

Vervolg PDF versie van het on-line Wikibook:

DEEL B

HANDBOEK Geo-visualisatie Kaarten maken met een GIS

mei 2008

WSBN nl-3-04-009-00001

OVER DIT DOCUMENT / DIT DEEL

Dit is het tweede (PDF-)deel van het Handboek Geo-visualisatie. Het handboek is in drie PDF-documenten gesplitst, deel A, B en C. Bij deel A is tevens de inleiding toegevoegd. Geadviseerd wordt bij het printen om dit dubbelzijdig en bij voorkeur in kleur te doen; de layout is namelijk afgestemd op het dubbelzijdig afdrukken. Dit deel (startend met pagina 195) is dus het vervolg op deel A.

Deze informatie, dus dit gehele (deel van dit) handboek inclusief illustraties is afkomstig van <http://nl.wikibooks.org> Wikibooks NL. Wikibooks NL is onderdeel van de wikimediafoundation.



- Deze pagina's / modules / dit handboek is het laatst bewerkt op 2 mei 2008, om 13:47. Voor de on-line versie wordt verwezen naar www.wikibooks.nl.
- Overname van illustraties of (delen van) de tekst kan alleen met in achtneming van en met gelijktijdige overname van de genoemde licenties.
- De tekst op Wikibooks is zonder enige vorm van garantie beschikbaar onder de [GNU Free Documentation License](#) en de CC-BY-SA licentie. Voor de illustraties kunnen andere licentievormen gelden.
- Auteurs, licentie en bron van alle illustraties worden op het eind van dit PDF-document opgesomd. Deze zijn in principe exact gelijk aan zoals die vermeld zijn op de internetversie. Bij twijfel of verschillen tussen de PDF-versie en de internetversie zijn zowel de rechten op en vermeldingen van figuren als de inhoud van het wikibook zoals die op de internetversie staan de juiste.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

Deel B: Geo-visualisatie



Doelstellingen van deze module 'Geo-visualisatie'

Deze module gaat over de belangrijkste aspecten die spelen bij het visualiseren van data, oftewel het omzetten van data in een informatieve kaart. Het geeft regels en voorbeelden van hoe met name thematische informatie goed tot een leesbare en waardevolle kaart kan worden omgezet. Na deze module kent de lezer de criteria waarop een kaart beoordeeld kan worden en is hij bekend met de twee kerntaken van een thematische kaart. Hij kan systematisch kaarten van opbouwende kritiek voorzien en kent (het belang van) begrippen als normalisatie en (juiste) aggregatieniveau's. Hij weet wanneer hij verschijnselen of juist objecten moet karteren. De modules hierna zullen verder ingaan op de aspecten classificatie en symbologie.

Inleiding

- 1 Vooraf
- 2 Geo-informatie geschikt maken voor visualisatie
- 3 Generaliseren
- 4 Joinen (of: hoe zet ik willekeurige informatie met één actie op een kaart)
- 5 Het kiezen van de visualisatiemogelijkheden bij kwantitatieve gegevens
- 6 Goede geo-visualisatie
 - 6.1 De twee kerntaken van een kaart
 - 6.2 'Lees-kaarten' en 'kaarten om te zien'
- 7 Het maximum aantal te gebruiken klassen
- 8 De functie van kleur bij thematische kaarten
- 9 De noodzaak van het normaliseren, juiste objectkeuze en aggregatieniveau's
- 10 Het verschil tussen objecten en verschijnselen
- 11 Individuele objecten of geaggregeerde objecten
- 12 Het weergeven van geaggregeerde gegevens
- 13 Het juiste verschijnsel karteren
- 14 Referenties

1. Vooraf

In geo-visualisatie - simpel gezegd het maken van een kaart met een GIS - zitten twee cartografische aspecten verborgen:

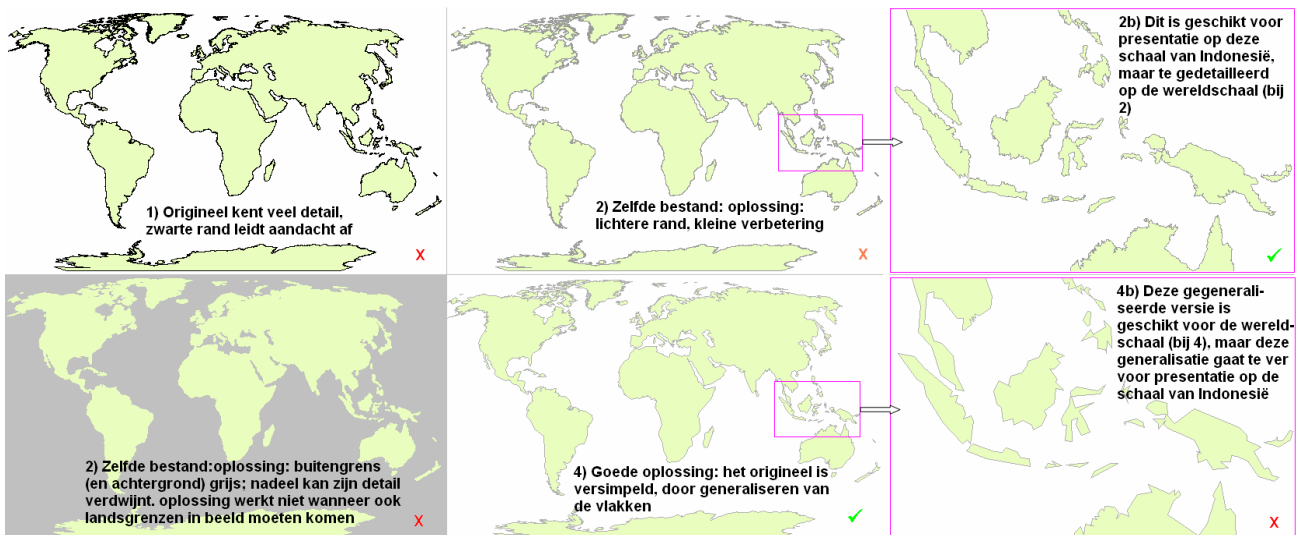
- 'richting de data'; de kaart dient de data verantwoord te ontsluiten.
- 'richting de gebruiker'; de kaart dient leesbaar te zijn.

In Deel B wordt geo-visualisatie in de 'enge' betekenis van het woord gebruikt. Er wordt in dit deel beschreven hoe, uitgaande van de data en het doel, die data gevisualiseerd dient te worden. Pas in Deel C, Kaartopmaak, wordt gekeken wat hier verder nog aan kaartlagen bij moet, hoe labels geplaatst moeten worden en hoe alle kaartonderdelen opgebouwd dienen te zijn. Deel C is meer gericht op het eindproduct, door meer aandacht te schenken aan de doelgroep en de verdere details. Voordat we met de kaartopmaak aan de slag kunnen, dienen we eerst te zien hoe we de geo-informatie kunnen kneden tot een van uit de data verantwoord startpunt. In deze visie betekent dat vaak dat we met een thematische kaart (een verschijnsel, de spreiding van criminaliteit, de temperatuur of de bevolking) aan de slag gaan. Vandaar dat Deel B start met thematische kaarten. Een enkele keer zal de kaart een meer topografisch karakter hebben. In die gevallen zal misschien direct met Deel C gestart kunnen worden, als we tenminste de juiste geo-informatie verzameld hebben.

2. Geo-informatie geschikt maken voor visualisatie

Geo-informatie kan de ene keer 'slechts' als achtergrond dienen - denk aan alle landsgrenzen. De andere keer zal die geo-informatie - denk aan vlakken van alle landen - zelf allerlei kleuren moeten krijgen, afhankelijk van een thematische grootheid, zoals bevolkingsdichtheid. In beide gevallen kan het zijn dat de data (de omtrek, zoals de landsgrenzen) gegeneraliseerd moet worden. Dat is het geval als de kwaliteit van de kaart een grote rol speelt en / of als de geo-informatie te gedetailleerd is. De grenzen kennen dan te veel (visueel onnodige) tussenpunten (vertices).

In deel A (de GIS-theorie) zagen we eerder wat generaliseren is. Met een GIS kunnen we te gedetailleerde lijnen (zowel van lijnen als de omtrek van vlakken) generaliseren. De reden is vaak om een rustiger kaartbeeld te krijgen, vooral bij een thematische kaart is dit van belang. Zo leiden de vele inhammen en eilanden in Canada en Noorwegen (zie voorbeeld) na generalisatie niet meer af van waar het om gaat: de kleuren van de vlakken.



Dezelfde geo-informatie - een gedetailleerd bestand van de wereld - op verschillende manieren gevisualiseerd (1 t/m 3). Bij kaart 4 is de geo-informatie gegeneraliseerd (4). In roze (rechts) twee uitvergrotingen (zie verder tekst)

Bij **kaart 1** is de beschikbare geo-informatie getoond. Duidelijk is dat de omtrek in Canada wel erg stoort; het groene landoppervlak is niet goed meer te zien. Wanneer deze gebieden in kleur (bij thematische kaarten) getoond moeten worden, leiden deze omtrekken niet alleen de aandacht af van de kleuren, hele delen van vlakken zullen zelfs geen kleur krijgen.

Bij **kaart 2** is een cartografische oplossing geprobeerd: de lijn grijzer en dunner maken. Het lijkt visueel al iets beter, maar het probleem blijft; de landoppervlakten zijn nog steeds niet optimaal in beeld.

Bij **kaart 3** is de omtrek zelfs helemaal uitgezet. Nadeel is dat de groene (land-) kleur dan niet mooi contrasteert met de witte achtergrond. Daarom is de zee maar grijs gemaakt. De landoppervlakten zijn nu redelijk te zien. Echter, de grenzen van de landen met de zee zijn verdwenen. Vaak zal het juist de bedoeling zijn om onderlinge landsgrenzen en landgrenzen met de zee dik en zwart in beeld te brengen, voor een duidelijk contrast.

Kaart 4 toont de enige juiste oplossing: generalisatie, in dit geval: versimpeling van de data; minder tussenpunten (vertices). In deze vorm van **generalisatie**, versimpeling of vereenvoudiging, zijn in dit geval minder punten gebruikt om dezelfde vlakken (of lijnen) te tekenen. Een GIS kan dit snel, eenvoudig en geautomatiseerd doen. In de praktijk zullen echter enkele pogingen nodig zijn om deze generalisatie optimaal uit te voeren. De gegeneraliseerde kaart 4 is een rustigere kaart dan kaart 3 en kan nu gebruikt worden voor een thematische kaart. NB: zou er een kaart van Indonesië gemaakt worden, dan is het originele bestand beter (uitvergroet in kaart 3b). De gegeneraliseerde versie toont Indonesië - eenmaal ingezoomd - vervormd.

SAMENVATTING: Generalisatie kan een oplossing bieden voor de visualisatie van te gedetailleerde kaartmateriaal. Generalisatie is nodig bij relatief teveel detail in de omtrek van vlakken of (gedetailleerde) lijnen.

TIP: GIS-pakketten kennen bij het verwijderen van tussenpunten (vertices) twee soorten generalisaties (dus twee soorten 'GIS-tools' om deze actie uit te voeren: 1) Generalisatie waarbij overbodige tussenpunten - tussenpunten die géén knikpunt zijn - worden verwijderd. Dit gebeurt dan uit topologische, performance of beheersmatige redenen. 2) Generalisatie waarbij het beeld wijzigt. Dit mag dan cartografisch gewenst zijn, de datakwaliteit gaat vanuit analytisch oogpunt gezien achteruit. Bewaar daarom in het tweede geval altijd het origineel! In deze paragraaf ging het voornamelijk om de tweede soort generalisatie.

In de volgende paragraaf worden meer soorten generalisaties besproken.

3. Generaliseren

Generaliseren is het zinvol vereenvoudigen van de kaartinhoud. Ormeling en Kraak^[1] voegen aan deze definitie iets toe: generaliseren is het zinvol vereenvoudigen van de kaartinhoud *bij schaalverkleining*. Vaak zal dat laatste inderdaad het geval zijn, maar dat hoeft niet per se. Bij het gelijk blijven van de schaal kan de kaartinhoud voor sommige doelen ook beter vereenvoudigd worden. We kunnen dan dezelfde generalisatietechnieken gebruiken om de kaart te versimpelen of te verbeteren.

Generalisatie is in deel A (bij 'Eigenschappen van geo-informatie') al beperkt aan de orde geweest. Toen werd generalisatie echter geïntroduceerd om op de hoogte te zijn van eventueel nadelige eigenschappen van geo-informatie. Het lijkt er ook soms meer op dat het alleen voor cartografen is bedoeld die streven naar perfecte topografische kaarten. We kunnen generalisatie echter ook zelf heel goed gebruiken wanneer we kaarten gaan maken voor een specifiek doel. Denk aan routebeschrijvingskaarten, het uitleggen waar een nieuw wijkgebouw zal worden gepland, een kaart met omrijroute, of de locatie van een bepaald fenomeen waar ook een beperkt aantal wegen op moeten komen. Generalisatie kost vaak veel tijd en moeite. Maar soms is ook met een kleine ingreep aan de ligging van een punt, lijn of vlak, de kaart een stuk beter leesbaar en bruikbaar. Bijvoorbeeld door de locatie van een stad te veranderen. Zo komt de loop van een aangrenzende rivier beter uit. Of het staafdiagram bij die stad overlapt niet meer met de staafdiagram van een ander.

Essentieel uitgangspunt bij elke vorm van generaliseren is dat de wijziging aan de geo-informatie / kaartinhoud plaatsvindt, omdat de objecten (punten, lijnen en vlakken) op het eindresultaat - de kaart - nog duidelijk zichtbaar moeten zijn én iets toevoegen aan het doel van de kaart. Dat betekent zelfs dat we zonder problemen van één soort geo-informatie - bijvoorbeeld een wegen bestand - slechts één object - bijvoorbeeld één weg - kunnen laten zien. Bijvoorbeeld op een kaart van het aantal wildbewegingen in de buurt van een snelweg. Het is best mogelijk om dan alléén die snelweg, en niet de overige wegen er in op te nemen. Zeker als het doel is om te kijken waar dat wildviaduct over die snelweg moet worden aangelegd.

Denk dus niet dat generaliseren per definitie een zonde is. Integendeel. Generaliseren maakt (te) gedetailleerde kaarten geschikt voor kleinschaligere toepassingen. En denk ook niet dat generaliseren alleen iets is voor topografische (en referentie) kaarten. Juist voor thematische kaarten is het handig wanneer er niet te veel details op een kaart staan. Op een kaart om de weg te kunnen vinden naar dat ene afgelegen restaurant mogen niet alle details in beeld komen; de kaartlezer moet 's avonds bij het minieme lampje boven de rijderstoel niet vermoeid worden met irrelevante aftakkende voetpaden en gesloten winkels in de zijstraten!

Generalisatie is per definitie iets subjectiefs. Want hoe ver ga je met het vereenvoudigen of zelfs weglaten van wat in een onderliggende kaart als werkelijkheid is gekarteerd?

- Sowieso hangt dat van de **schaal** af: hoe kleiner de schaal hoe sterker de generalisatie zal zijn.
- Maar ook het **doel en de doelgroep** van de kaart bepalen of al die eilandjes nu wel of juist niet moeten worden weergegeven.

Er zijn **twee soorten generalisaties**: grafische generalisatie en conceptuele generalisatie. Hoewel beide als doel hebben de leesbaarheid te vergroten, grijpen ze op een verschillende manier in op de te generaliseren geo-informatie.

- **Grafische generalisatie** poogt punten, lijnen en of vlakken zodanig te versimpelen of te wijzigen, dat het kaartbeeld overzichtelijker, sneller leesbaar wordt, zonder dat de betekenis echt wijzigt. De locaties van de punten, lijnen en vlakken wijzigen om grafische redenen. Zo komen lijnen plotseling niet zo dicht op elkaar te liggen en zijn er minder bochten in een rivier.
- **Conceptuele generalisatie** heeft een vergelijkbare actie nodig en heeft een vergelijkbaar resultaat, echter, versimpelt en wijzigt de locatie niet om grafische redenen, maar om inhoudelijke redenen. De geo-informatie bevat bijvoorbeeld op attribuutniveau te veel detail. Op een kaart voor een gemiddelde toerist maakt het misschien niet uit of er onderscheid in loof- en naaldbos wordt gemaakt. Deze klassen

kunnen dus worden samengevoegd. De grafische locatie wijzigt dus niet altijd bij conceptuele generalisatie.

Grafische én conceptuele generalisatie grijpen beide in op de visuele gedetailleerdheid van objecten op een kaart. Conceptuele generalisatie grijpt daarbij ook nog eens in op de soort informatie die wel of niet ontsloten worden. Bij conceptuele generalisatie worden de objecten plotseling heel anders (of niet) gesymboliseerd, terwijl bij grafische generalisatie 'slechts' de locatie anders (of niet) wordt getoond.

Wanneer er sprake is geweest van generalisatie, is de output niet altijd meer geschikt voor (nauwkeurige) geografische analyses. De cartografische locatie van een punt is na generalisatie immers niet meer (met zekerheid) gelijk aan de geografische locatie van dat punt. Misschien zijn er zelfs punten en hele objecten verdwenen. Het is duidelijk dat dit generaliseren gebeurt voor een bepaald einddoel. Voor het ene doel zal een bestand verder of anders gegeneraliseerd moeten worden dan voor het andere doel.



TIP1: Bewaar altijd het originele bestand voordat je gaat generaliseren, omdat je het misschien nog nodig hebt voor bepaalde ruimtelijke analyses of kaarten waarbij je niet of anders moet generaliseren. Er zijn ook GIS-pakketten - zoals ArcGIS vanaf versie 9.2 - die de cartografische locatie van punten, lijnen en vlakken apart opslaan van de geografische locatie. Daarmee kan je blijven rekenen met de juiste positie van de lijnen, terwijl 'dat ene voetpad langs die ene sloot' toch ruim er naast en dus goed zichtbaar wordt gevisualiseerd.

Grafische generalisatie:

- **vereenvoudiging:** details en tussenpunten worden weggelaten, omdat ze - op de grotere schaal - anders niet meer goed zichtbaar zouden zijn of het werkelijke beeld te veel vertroebelen (zie ook de kustlijn in de vorige paragraaf).
- **vergroting:** details worden groter weergegeven dan ze zijn, omdat ze anders niet goed opvallen.
- **samenvoeging:** objecten worden samengevoegd omdat ze als losse objecten anders niet meer goed leesbaar zouden zijn.
- **verplaatsing:** is nodig bij vergroting van andere (belangrijkere) objecten, omdat ze visueel anders over of onder deze objecten komen te liggen.
- **selectie:** objecten die klein zijn en minder relevant worden weggelaten, omdat ze anders niet goed of slecht zichtbaar zijn.
- **vloeiend maken:** lijn- of vlakobjecten worden vloeiend gemaakt (vereffend) of geheel anders getoond, omdat de punten die bekend en zichtbaar zijn, naar verwachting niet nauwkeurig genoeg zijn. Een gemeentegrens of snelweg kan terecht erg recht zijn. Maar een meanderende rivier of een slingerende bergweg moet misschien bochtig (smooth) gemaakt worden. Dit is misschien een bijzonder soort generalisatie, omdat schijnbaar meer nauwkeurigheid wordt toegevoegd. De kaart wordt wel leesbaarder, omdat nu die bochtige weg en die meanderende rivier wél worden herkend. Uiteraard is er bij deze vorm van generaliseren wel enige kennis van zaken nodig. Die ene bergweg slingert misschien alleen maar op bepaalde plekken. En is die 'meanderende' rivier die je symbolisch overal mooie bochten wilt meegeven, op die ene plek niet gewoon een vlechtende, 'anastomoserende' of rechte rivier? Lastig als een wandelaar die kaart gaat gebruiken en bij de derde bocht van de rivier wilt afslaan...


*(Figuur op de pagina hierna:) Voorbeelden van grafische en conceptuele generalisatie.^[2]
De verschillende soorten generalisatie worden hieronder besproken. In de figuur hier rechtsboven worden deze met voorbeelden duidelijk gemaakt.*


	objecten op originele (karter) schaal	objecten na generalisatie	objecten op kleinere (gewenste) schaal
A) GRAFISCHE GENERALISATIE			
vereenvoudiging / simplification			
vergroting / enlargement			
samenvoeging / merging and amalgamation			
verplaatsing / displacement			
selectie / selection			
vloeiend maken / smoothing			
B) CONCEPTUELE GENERALISATIE			
symbolisatie / symbolisation	spoorlijnen stad	emplacement 	
samenvoeging / merging	loofbos naaldbos 2 soorten watermolens	bos 	
overdrijving en verwaarlozing/ exaggeration and neglection			
selectie / selection			


Conceptuele generalisatie:


- **symbolisatie:** gehele punten, lijnen of vlakken worden anders weergegeven door deze te aggregeren (samen te voegen).
- **samenvoeging:** bij (gedetailleerde) thematische kaarten die gebruikt worden op een grotere schaal, zullen bepaalde klassen moeten worden samengevoegd. Dat kan zonder dat de waarheid geweld wordt aan gedaan door deze klassen anders (en met verstand van die thematische kaart én het doel van de te maken kaart) te classificeren.
- **overdrijving** (en het tegenovergestelde:) **verwaarlozing:** objecten worden groter, langer of breder voorgesteld dan dat ze zijn. Hiermee vallen gebouwen die er toe doen (zoals postkantoor op een standplattegrond) beter op. Verwaarlozing is het tegenovergestelde; gebouwen of straten worden kleiner voorgesteld dan ze zijn.
- **selectie:** zie bij grafische generalisatie. In dit geval wordt geselecteerd niet op grootte of ligging, maar op de belangrijkheid van de data en het einddoel van de kaart.

Bovenstaande generalisaties kunnen - op die van vereenvoudiging na - niet of nauwelijks geautomatiseerd plaatsvinden. Generaliseren zal daarom vaak handmatig moeten worden uitgevoerd. Dat komt omdat generaliseren een subjectief en op een bepaald doel geënt proces is.

 **SAMENVATTING:** Generaliseren is het zinvol vereenvoudigen van de kaartinhoud. Hierbij gaat het om punten en (vertices van) lijnen en vlakken. Er zijn twee soorten generalisatie, grafische en conceptuele. Beide soorten versimpelen het kaartbeeld, met als doel een beter of sneller leesbare kaart, maar conceptuele generalisatie kan verder gaan, omdat hierbij bepaalde klassen niet meer zichtbaar zijn. Beide soorten generalisatie zijn subjectief en afhankelijk van de uiteindelijke kaartschaal en het doel van de kaart. Voor zowel thematische als topografische kaarten is generalisatie vaak nodig. Hoe algemener het doel van de kaart en hoe kleiner de schaal (dus hoe groter het schaalgetal, bij kleinschalige kaarten), hoe sterker de generalisatie zal moeten zijn.

 **TIP2:** Bij het evalueren van je kaart (zie deel C) kom je misschien bepaalde opmerkingen tegen die - bij nadere bestudering - voorkomen hadden kunnen worden door generalisatie.

 **TIP3:** Bewaar altijd het origineel, als je een geo-informatie-bestand gaat generaliseren. Documenteer de verschillende gegeneraliseerde versies op *doel*. Gebruik gegeneraliseerde versies niet zonder meer voor geografische analyses. Gebruik hiervoor het originele bestand.

 **TIP4:** Sommige GIS-pakketten kunnen (gevisualiseerde objecten van de) geo-informatie omzetten (kopiëren) naar grafische elementen. Je kan dan binnen je GIS deze grafische elementen vervolgens wijzigen. Er is dan geen enkel probleem wanneer je handmatig - voor die ene specifieke kaartproductie - sommige elementen gaat generaliseren; de oorspronkelijke geo-informatie blijft in zijn oorspronkelijke staat. Ook kan je er voor kiezen om het generaliseren geheel op te pakken in een grafisch pakket als Adobe Illustrator. (Zie eventueel ook Formaattypes en voor voorbeelden van 'Kaartopmaak-software': Overige sites.)

4. Joinen (of: hoe zet ik willekeurige informatie met één actie op een kaart)

Deze paragraaf gaat over joinen (Nederlands: koppelen), wellicht de belangrijkste functionaliteit van een GIS, zeker wanneer we gegevens in kaart willen brengen. Joinen is in veel gevallen het startpunt van een GIS-specialist bij het uitvoeren van een analyse of het maken van een kaart; met joinen wordt in feite de nieuwe data ingeladen of geschikt gemaakt voor geografische verwerking.

Met **joinen** wordt bij GIS-software meestal bedoeld het koppelen van informatie aan geo-informatie. Anders gezegd: bij joinen voorzie je een locatiecomponent. Dus gegevens zonder locatiecomponent - gegevens die nog geen x- en y- coördinaten hebben - krijgen zo een locatie; ze worden gekoppeld aan een punt-, lijn- of vlakobject in de kaart. Zo kan je bijna elke gegevensset in kaart brengen, hoe je ook aan die gegevens komt:

- per plaats: gemiddelde huizenprijzen, aantal scholen, aantal coffeeshops, aantal inwoners
- per gemeente: aantal inwoners, bevolkingsdichtheid, et cetera.

Om wat voor gegevens het gaat doet er feitelijk niet toe, als er maar een verwijzing naar een ruimtelijk object in zit, zoals plaatsnaam, gemeentenaam, provincienaam, landsnaam, enzovoort.

Situatie vóór de join, met als uitgangspunt twee losse bestanden:

Geografische representatie:



Tabel representatie:

Shape	Plaatsnaam
Point	Almelo
Point	Deventer
Point	Enschede
Point	Hengelo
Point	Kampen
Point	Nijverdal
Point	Oldenzaal
Point	Rijssen
Point	Steenwijk
Point	Zwolle

Tabel waaraan de nieuwe gegevens aan gekoppeld (gejoind) moeten worden

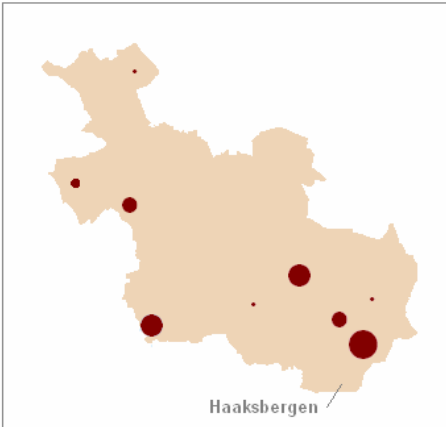
Gegevensbestand (niet geografisch):

Plaatsnaam	WAT_OVG_EU
Almelo	2779
Deventer	3338
Enschede	5741
Hengelo	2029
Kampen	727
Oldenzaal	461
Rijssen	260
Steenwijk	388
Zwolle	1459
Haaksbergen	379

Nieuwe tabel die aan het geografische bestand gekoppeld (gejoind) moet worden.

Situatie ná de join, er is één (virtueel) bestand:

Geografische representatie:



Tabel representatie:

Shape	Plaatsnaam	Plaatsnaam	WAT_OVG_EU
Point	Almelo	Almelo	2779
Point	Deventer	Deventer	3338
Point	Enschede	Enschede	5741
Point	Hengelo	Hengelo	2029
Point	Kampen	Kampen	727
Point	Nijverdal	Nijverdal	461
Point	Oldenzaal	Oldenzaal	461
Point	Rijssen	Rijssen	260
Point	Steenwijk	Steenwijk	388
Point	Zwolle	Zwolle	1459

De nieuwe gegevens zijn nu gekoppeld aan hun geografische locatie, en kunnen zo direct óók in de kaart getoond worden, op elke gewenste wijze.

Er is gekoppeld op één, in beide tabellen voorkomende, identieke kolom, in dit geval de kolom Plaatsnaam. NB: Alléén in beide tabellen voorkomende records gaan goed!

Door het **joinen** van een tabel aan een GIS-bestand, is deze tabel als kaart weer te geven. Merk op dat het eindresultaat (de kaart met de proportionele, rode symbolen), een heel ander, en waarschijnlijk beter en eenvoudiger beeld geeft dan de oorspronkelijke opsomming van getallen in de tabel.

In bovenstaand voorbeeld (zie figuur) gaan we er van uit dat we een tabel hebben gevonden, ergens op internet (in dit geval: www.cbs.nl), met daarin het aantal inwoners dat géén EU-nationaliteit heeft.

Stel we willen deze gegevens in kaart brengen. Bijvoorbeeld omdat we inzicht willen krijgen in hoe het aantal mensen zonder EU-nationaliteit verspreid is in Overijssel. We besluiten om ons te concentreren op alleen de grote steden. In de nieuwe gegevenstabel wordt het aantal mensen zonder EU-nationaliteit per plaatsnaam beschreven (en niet bijvoorbeeld per gemeente, COROP-gebied, provincie). Daarom gaan we op zoek naar een GIS-bestand dat de locatie van diezelfde plaatsnamen beschrijft. In de figuur zien we in de bovenste helft de uitgangssituatie. We hebben enerzijds (links in beeld) een GIS-bestand dat van de plaatsnaam de locatie beschrijft en anderzijds (rechts in beeld) een bestand dat van de plaatsnaam het aantal mensen zonder EU-nationaliteit beschrijft. De overeenkomstige kolom is Plaatsnaam. Zo'n overeenkomstige kolom noemen we overigens een **sleutelveld** of **unique key**. Door deze twee kolommen aan elkaar te koppelen (of: te 'versleutelen') ontstaat een nieuwe tabel (zie onderste helft van de figuur). De join kan nu worden uitgevoerd door het GIS.

Na de join hebben we een situatie waarin we van elke locatie niet meer alleen de plaatsnaam hebben, maar óók het aantal mensen zonder EU-nationaliteit. En dat hadden gelijktijdig overigens veel meer of andere gegevens kunnen zijn, in veel meer kolommen. Het leuke is nu dat we op deze wijze gegevens van welke bron dan ook, zelfs als die niet 'GIS-waardig' zijn, toch in kaart kunnen brengen. En er is dus een locatie toegevoegd aan de oorspronkelijke tabel. De informatie is als het ware 'geo-informatie geworden'. Aangezien volgens menig GIS-boek en pleitbezorger van GIS 90% van alle informatie altijd wel een locatiecomponent heeft, is 90% van alle informatie met een join in kaart te brengen! Joinen is dus een zéér belangrijke en zeer veel gebruikte tool.


Bij het joinen zijn ook een aantal **beperkingen of waarschuwingen** te noemen.

- Records die in de nieuwe gegevenstabel wél voorkomen, maar niet in het GIS-bestand, zullen uiteraard *niet* te zien zijn in de kaart. In het voorbeeld is dat het geval bij 'Haaksbergen'. Zo'n record is dan ook niet terug te vinden in de uiteindelijke gejoinde tabel (rechtsonder).
- Records die in het GIS-bestand wél voorkomen, maar niet in de nieuwe gegevenstabel, zullen ook *niet* in beeld komen. Soms kan dit de bedoeling zijn, bijvoorbeeld - in dit geval - omdat er in die plaats nu eenmaal geen mensen zonder EU-nationaliteit voorkomen. Bij 'Nijverdalen' had je bijvoorbeeld verwacht - dat er vast wel mensen zijn zonder EU-nationaliteit. Dit had óf in de tabel moeten staan, maar misschien is dit aantal ook nul. Zo'n record is wél terug te vinden in de uiteindelijke gejoinde tabel (rechtsonder), maar er is géén aantal (ook geen nul!) aan gekoppeld. Wellicht moet dit als nul gelezen worden, en moet jij dit als GIS-specialist aanvullen. Enige kennis van de nieuwe (te koppelen) gegevensset is dus noodzakelijk.
- Records met verkeerd of verschillend gespelde namen in de sleutelvelden zullen *niet* gekoppeld worden. Records die zo buiten de boot vallen moeten handmatig hersteld worden. Afspraken over normeringen van deze (plaats)namen zijn dan ook niet voor niets belangrijk!
- Records met dubbele namen kunnen ook onverwacht tot lastige situaties (fouten) leiden. Zoals de plaatsen Hengelo (O) (in Overijssel) en Hengelo (G) (in Gelderland). Of de gemeente Bergen (NH) (in Noord-Holland) en de gemeente Bergen (L) (in Limburg). Zonder de toevoeging die tussen haakjes staat zouden hier ernstige, lastig te ontdekken fouten in kunnen staan. Het is dan ook niet onlogisch dat dergelijke steden en gemeenten vaak met een betekenisloze 'id' worden gekoppeld. Zo hebben gemeenten vaak een TDN-code als ID.
- Enkele records opgeslagen als / beschreven door meerdere vlakken. Denk aan de provincie Friesland, dat is één object, beschreven door 4 vlakken: het vaste land van Friesland, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog. In dergelijke gevallen zullen de hieraan gekoppelde waarden aan alle vlakken gekoppeld worden. Dus het

gemiddelde criminaliteitscijfer dat voor Friesland geldt, wordt óók getoond op de eilanden. Veelal - bij kwantitatieve gegevens - zal dit ook de bedoeling zijn.

- Join alleen als het kan, dus als beide sleutelvelden in beide tabellen ook echt daadwerkelijk dezelfde kwaliteit hebben en bij elkaar horen. Een lijst met gegevens over gemeentes uit 2003 koppelen aan een geo-informatie-bestand uit 2005 zal problemen opleveren: Enkele gemeentes komen niet in beeld, omdat die tussen 2003 en 2005 in gefuseerd zijn! Koppel ook geen plaatsnamenbestand aan een gemeentebestand.

Als GIS-specialist dienen we bovenstaande bij elke join in de gaten te houden, en te kijken of we dit erg vinden, of er in één van beide bestanden geen tekortkomingen of beperkingen hebben gezeten. Misschien hebben we een fout gemaakt bij het koppelen, of de bestanden zijn van een verschillend jaartal. Soms is een handmatige (herstel) actie genoeg.

 **SAMENVATTING:** Joinen, of op zijn Nederlands: koppelen, is een belangrijke functionaliteit voor elke GIS-specialist. Door de join wordt een locatiecomponent toegevoegd aan een gegevensset. Hiermee kan vrijwel elke denkbare gegevensset van welke soort of bron dan ook, in kaart worden gebracht. Als GIS-specialist dient wel de kwaliteit van deze join in de gaten te worden gehouden. De input van een join is een GIS-bestand en een hieraan te koppelen gegevensset zonder locatie. Het koppelen gebeurt op basis van één overeenkomstig, identiek veld, het zogeheten sleutelveld.

Door het joinen beschikken we nu over nieuwe gegevens. Die kunnen kwantitatief (getalsmatig) zijn of kwalitatief (beschrijvend, of administratief, zoals regio's en vervuilingzones).

5. Het kiezen van de visualisatiemogelijkheden bij kwantitatieve gegevens

Nu de gegevens ingelezen zijn in het GIS-programma - al dan niet met de join van de paragraaf hierboven - kunnen we aan de slag met visualiseren. In deel C komen kaartindeling, titel, leesbaarheid van de tekens, kleuren en opleverformaat aan de orde. Maar laten we die opmaak even vergeten. Want voordat het zo ver is, moeten we eerst bedenken hoe we de ingelezen gegevens in kaart brengen.

Deze paragraaf laat de belangrijkste mogelijkheden zien bij kwantitatieve gegevens. En dan ook nog alleen van puntgegevens. Kwantitatieve gegevens zijn gegevens met een getalsmatige component. Met puntgegevens wordt bedoeld gegevens die betrekking hebben op één locatie, niet (direct) op een (exact begrensd) gebied.

Laten we eerst eens wat simpele voorbeelden bekijken en bespreken. Daardoor zien we wat er allemaal kan, maar ook wat niet goed is en wat beter is. Het is telkens op basis van dezelfde gegevens uit de vorige paragraaf.

NB1: Onderstaande kaartjes zijn gebaseerd op steeds dezelfde gegevens. De getoonde kaartenreeks lijkt op zomaar wat *spielerei*, maar in werkelijkheid gaat het kaarten maken net zo! De dataset wordt zo goed verkend en er ontstaat zo een breed beeld van het fenomeen. Soms kom je zo tot de conclusie dat een andere optie dan je opdrachtgever of jijzelf in je hoofd had, veel beter is. Of dat er twee kaartjes naast elkaar gemaakt moeten worden.

NB2: Er is bewust voor een mogelijk politiek gevoelig thema gekozen; hierdoor zie je sneller wat je fout of goed doet bij het visualiseren. Een 'foute' kaart zal snel genoeg opvallen...

<p>Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit</p>	<p>Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit</p>
<p>Hoe: aangegeven met alléén blauwe labels. Het puntje is de ligging van de plaats</p>	<p>Hoe: aangegeven met zwarte labels en zwarte staafdiagrammen</p>
<p>Goed: De labels zijn extra opvallend gekleurd, om te laten zien dat dát het thema is, de plaatsnamen hebben een neutralere kleur.</p>	<p>Goed: De aantallen worden nu (proportioneel) gevisualiseerd; het thema, dus waar het om gaat - de aantallen inwoners met nationaliteit ongelijk aan die van EU - is zo beter zichtbaar. Een top 3 is snel af te leiden uit deze kaart, evenals gebieden waar het fenomeen juist weinig voorkomt. Dit in tegenstelling tot de linker kaart.</p>
<p>Slecht: Er is géén visualisatie van de aantallen, waardoor geen overzicht is van waar het verschijnsel veel / weinig voorkomt. In andere woorden: de tekst '1459' op de kaart is net zo groot en daardoor net zo opvallend als de tekst '5741'. Het is daardoor slechts een kaart waarop je getallen kan lezen. Er is niet snel een top 3 uit af te leiden, of de gebieden waar het fenomeen veel of juist weinig voorkomt.</p>	<p>Slecht: Slecht is dat bij dit mogelijk gevoelig onderwerp een zwarte (!) kleur is gekozen. Volstrekt incorrect en onnodig. Zwart wordt met gevaar geassocieerd, bovendien hebben deze mensen bij elkaar allerlei huidskleuren. De zwarte staven komen eerder als een probleem naar voren; ze lijken stemming te nemen / maken. Een minpuntje is misschien verder dat de onderkant van de staafdiagrammen niet op de plaats van de stad zelf begint. Ook is (visueel gezien) een staaf van 5000 niet exact twee maal zo lang als 2500, en een staaf van 2500 is niet tien maal zo lang als een staaf van 250. Wanneer hier (bij deze ver uiteenlopende dataset) voor gekozen moet worden, moet dat in de legenda duidelijker voren komen.</p>
<p>Overall: Deze kaart is niet fout, maar de kaart zegt gewoon niet veel; het is een 'leeskaart' waarbij je slechts aantallen kan aflezen. Het biedt als kaart op deze wijze nauwelijks een meerwaarde boven een tabel.</p>	<p>Overall: Een politiek gevoelig thema mag zo niet gekarteerd worden, dus ook cartografisch gezien is deze kaart ronduit slecht, al zou je dit wellicht niet direct zijn opgevallen.</p>

OK, toegegeven, dat waren niet zulke geweldige kaartjes. Laten we daarom eens naar de volgende twee, redelijk vergelijkbare kaartjes kijken:

<p>Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit</p>	<p>Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit</p>
<p>Hoe: aangegeven met proportionele cirkels (een figuratieve kaart) en blauwe labels</p>	<p>Hoe: aangegeven met proportionele staafdiagrammen (een figuratieve kaart) en blauwe labels</p>
<p>Goed: De neutrale kleur blauw. De cirkels geven een goede spreiding van waar meer en waar minder hoge aantallen voorkomen. Omdat de individuele cirkels niet zo goed zijn af te lezen is er een label aan toegevoegd.</p>	<p>Goed: De neutrale kleur blauw. Omdat de individuele staven niet zo goed zijn af te lezen is er een label aan toegevoegd. Balken (één dimensionaal) zijn beter qua onderlinge verhoudingen (grootte) in te schatten dan cirkels. Het is een simpele en daardoor rustige kaart.</p>
<p>Slecht: De cirkels lijken wel erg groot; "gaat dat wel goed, zó veel mensen in Enschede?" zou iemand misschien kunnen zeggen die niet weet hoe groot die stad werkelijk is. Opnieuw lijkt er een probleem ("véél", schreeuwt de kaart) te worden gesuggereerd. Minpuntje: De verhouding van de cirkels onderling klopt overigens net niet helemaal 100% met de werkelijke aantallen. *)</p>	<p>Slecht: Misschien is nog matig te noemen het feit dat de lengte van de staafdiagrammen slechts 'ongeveer' proportioneel is. Kijk je goed naar de verhoudingen, dan zie je dat de kleine aantallen relatief met te lange staven wordt gevisualiseerd. Dat mag wel, maar dan moet dat duidelijker in de legenda naar voren komen, door meerdere hoeveelheden / klassen in de legenda op te nemen.</p>
<p>Overall: Deze kaart is matig, niet slecht, maar het beeldvullende karakter doet vermoeden dat er een overvol gebied met hoge aantallen in Twente is. De visuele grootte van de symbolen stemt niet overeen met de relatief kleine aantallen. Voor een normale, neutrale kaart is dat niet reëel en ongetwijfeld niet de bedoeling.</p>	<p>Overall: Deze kaart is iets beter, omdat de staven wat feitelijke (minder beeldvullend) ogen. Maar nog steeds; we weten niet wat nu veel of weinig is. Hoeveel is 5000 inwoners?</p>

*) Ten opzichte van het voorbeeld rechts geldt voor het linker voorbeeld dat de cirkels (twee dimensionale figuren - het betreft immers oppervlakten) qua onderlinge verhoudingen (grootte) slechter zijn in te schatten dan staafdiagrammen; grote cirkels worden qua grootte onderschat, omdat het oog de straal ziet en niet de oppervlakte. Het voordeel van cirkels boven staafdiagrammen is echter weer dat op met cirkels een sterk uiteenlopende dataset (dat is hier ook het geval!) toch leesbaar gevisualiseerd kunnen worden. Overigens, bollen gebruiken om aantallen of volumes weer te geven (zoals m³ LPG in de Rotterdamse haven) is helemaal gevaarlijk. Onderlinge verhoudingen in groottes van 3D-figuren kan het oog (immers in 2D, plat op het scherm of papier weergegeven!) helemaal slecht inschatten. Grote bollen worden véél te klein ingeschat. Gebruik je cirkels als proportionele symbolen, maak deze dan 1,4 maal zo groot als dat je op grond van het oppervlakte zou verwachten. Deze overdrijvingsfactor is nodig omdat je oog de grootte van de cirkels op die wijze visueel toch goed inschat. Dit heet het **Flannery-effect**.

De visualisatie lijkt met bovenstaande twee voorbeelden al iets beter te worden. Maar het wordt nu tijd dat we echt gaan meedenken met de kaartlezer. Want wat doet zo'n kaartlezer met die symbolen waarvan de grootte door de getallen wordt bepaald? De kaartlezer zoekt automatisch de punten op waar veel en weinig symbolen voorkomen, én hij kijkt waar de kleinste (en vooral:) grootste symbolen staan. De dataset is in dit geval erg lastig om te visualiseren, want we hebben hier - en dat is vaak het geval! - te maken met een heel brede dataset; een aantal heel kleine getallen, en een aantal héél grote getallen. In de voorgaande twee gevallen zagen we dan ook dat de aantallen niet proportioneel, maar 'ongeveer' proportioneel worden weergegeven. Oftewel, de grootte van de symbolen (cirkels en staafdiagrammen) zijn niet rechtvaardig met de aantallen. Kleine aantallen worden relatief te groot weergegeven, en grote aantallen relatief te klein. Dit kan bewust gedaan zijn. Het is dan wel zaak om dit in een legenda wat beter weer te geven dan hierboven. Bijvoorbeeld door de vijf verschillende klassen (5 soorten grootte van cirkels) in de legenda te zetten met de juiste klassengrenzen erbij (zie eventueel legenda's bij figuratieve kaarten, in de module hierna over classificatie).

Omdat het zo'n lastige dataset is met uiteenlopende waarden, is het goed om eens te kijken of we relatieve aantallen kunnen gebruiken. In dit geval komt dat neer op het visualiseren van niet de *aantallen* inwoners, maar op het *percentage* inwoners in een plaats zonder EU-nationaliteit. Dat levert natuurlijk wel een ander soort plaatje op, met misschien andere (reëlere of verrassendere?) conclusies over de spreiding van het fenomeen.

<p>Wat: inwoners zonder EU-nationaliteit</p>	<p>Wat: percentage inwoners zonder EU-nationaliteit</p>
<p>Hoe: aangegeven met proportionele blauwe cirkels (een figuratieve kaart) inclusief labels</p>	<p>Hoe: aangegeven met proportionele zwarte cirkels (een figuratieve kaart) inclusief labels</p>
<p>Goed: De neutrale kleur blauw; de toegevoegde labels.</p>	<p>Goed: De toegevoegde labels.</p>
<p>Slecht: Het is zo niet gebruikelijk percentages weer te geven met cirkels; bij oppervlakten (zoals gemeenten) zou dit wel kunnen, maar we beschikken (hier, helaas) niet over gemeentegegevens, maar over plaatsgegevens. Niet doen, zo! Zouden we wel over gebieden beschikken, dan hadden we een choropleet kunnen maken, waarin we de kleuren van de verschillende vlakken (=gemeentes) dus afhankelijk laten zijn van de relatieve aantallen; hoe donkerder blauw, hoe hoger het percentage.</p>	<p>Slecht: Zelfde als hiernaast. Daar komt bij dat dit wel een inktzwart kaartje is. Dit lijkt wel op de bekende stippenkaart (elke 10 joden in Amsterdam was één zwarte (!) stip), die de Duitse bezetter in de Tweede Wereldoorlog liet maken door Nederlandse ambtenaren om 'het probleem' (was dat er dan?) te vangen in een visueel beeld; waar veel zwart wordt gevisualiseerd, zal wel een probleem zijn? Nee; dit is onnodige stemmingmakerij. Zou het om criminaliteit gaan, dan was zwart misschien óók subjectief, maar daarvan zal de gemiddelde kaartlezer een hoog getal wél willen associëren met iets vervelends (zwart!). Dus in dat geval zou zwart misschien wél gemogen hebben. Overigens, het is niet logisch waarom de labels blauw zijn gemaakt? Waar horen</p>

	die blauwe labels bij? Gewoon bij die zwarte cirkels? Maak dan ook die labels zwart.
Overall: Een slechte kaart.	Overall: Een zeer slechte kaart; politiek incorrect en cartografisch goed mis.

Overigens, merk op dat alle tot nu toe getoonde kaarten *feitelijk* gezien de juiste data bevatten; in die zin kan géén enkel kaartje (wiskundig gezien) fout genoemd worden. Dat de kaart toch fout of slecht genoemd wordt, slaat dan ook op het cartografische / visuele aspect; is wat visueel getoond wordt wel in overeenstemming met het beeld dat de kaartlezer krijgt wanneer hij de werkelijkheid buiten ziet, en / of wanneer hij zou beschikken over alle exacte cijfers? Later in de paragraaf 'Goede geo-visualisatie' gaan we hier verder op in. Maar we zijn dus nog steeds niets verder, want we hebben nog steeds geen enkele goede kaart weten te proberen. Laten we het nog eens anders proberen dan:

Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit	Wat: percentage inwoners zonder EU-nationaliteit
Hoe: aangegeven met punten waarvan de kleur gradueel blauwer wordt, afhankelijk van het aantal (inclusief labels)	Hoe: aangegeven met taartpunten (happen) uit cirkels van gelijke grootte (niet proportionele cirkels) inclusief labels
Goed: De neutrale kleur blauw.	Goed: Het percentage wordt inzichtelijk gemaakt op basis van een taartdiagram; de kleuren zijn goed; blauw (opvallende, harde, primaire kleur) op een geelbruine achtergrond (valt minder op, is een lichte (meng)kleur).
Slecht: Aantallen moeten met de grootte van een symbool worden aangeduid, niet (alleen) met een kleur, zoals hier het geval is. De labels zijn weg, terwijl die zo hard nodig zijn bij deze uiteenlopende getallen (zie ook later in de module 'Symbologie').	Slecht: Het idee is goed, echter, we hebben pech; de aantallen zijn zo klein dat de onderlinge percentages niet te vergelijken zijn. We zijn nu dus iets te eerlijk bezig. Nog een groot bezwaar: de cirkels per plaats zijn even groot. Daardoor wordt de kaartlezer niet bepaald geholpen met het feit dat bij 5% in een kleine stad het om minder inwoners gaat dan bij een grote stad. Zelfs een oplettende lezer kan dit visuele beeld - dat zijn mentale voorstelling van de werkelijkheid bepaalt - niet met zijn ratio corrigeren; op zijn netvlies blijft staan dat 5% voor een kleine plaats even veel is als 5% voor een grote plaats.
Overall: Een slechte kaart; zo mag je nooit aantallen weergeven!	Overall: Een goede poging, echter hij valt toevallig slecht uit door de lage percentages in de gegeven dataset en levert een onjuist beeld bij de kaartlezer. Slecht afleesbaar.

Het blijkt dus een lastige dataset te zijn. Maar we hebben nu aanwijzingen genoeg om het beter te doen. Kijk eens naar de volgende twee figuren.

<p>percentage inwoners zonder EU-nationaliteit (blauw). De grootte van de cirkel is evenredig met het aantal inwoners per plaats</p>	<p>aantal inwoners waarvan inwoners zonder EU-nationaliteit</p>
<p>Wat: percentage én aantal inwoners zonder EU-nationaliteit in vergelijking met het aantal inwoners</p>	<p>Wat: percentage én aantal inwoners zonder EU-nationaliteit in vergelijking met het aantal inwoners</p>
<p>Hoe: aangegeven met taartpunten (het percentage) van een cirkel die proportioneel is ten opzichte van het aantal inwoners per plaats.</p>	<p>Hoe: aangegeven met een gedeelte (het percentage) van een vierkant die proportioneel is ten opzichte van het aantal inwoners per plaats</p>
<p>Goed: De neutrale kleur blauw. De harde kleur blauw valt ook mooi op ten opzichte van het roze. Maar belangrijker: De hoeveelheid blauw is visueel juist, omdat deze bepaald wordt door de grootte van de stad/cirkel, en door het percentage. Percentages zijn als getal vaak wat lastiger te interpreteren, maar door ze als taartpunten te laten oplichten in proportionele cirkels, is de betekenis véél duidelijker dan alleen een getalsmatig percentage, zoals 2,3%. De kaart heeft zo echt een meerwaarde ten opzichte van een tabel met allerlei percentages en aantallen. De percentages en aantallen worden hier namelijk (letterlijk en figuurlijk) in de juiste proporties geplaatst. De hoeveelheid blauw is ook goed opvallend. Omdat de lezer van links naar rechts leest is ook Hengelo (als percentage en label) naar rechts geplaatst, met een zogeheten aanhaallijn. (Zie eventueel Deel C, labels).</p>	<p>Goed: Hier geldt vrijwel exact hetzelfde voor als bij de 'cirkel'-versie, links, echter, hier is de hoeveelheid blauw misschien wat te klein weergegeven; die had best groter (meer overdreven) weergegeven mogen worden, zodat de hoeveelheid blauw tussen de steden onderling beter vergelijkbaar zou zijn geweest</p>
<p>Slecht: Bijna alles is goed. Misschien hadden er nog (donkerroze) labels van de aantallen inwoners per plaats in moeten staan? Of (blauwe) labels van de aantallen inwoners zonder EU-nationaliteit? Alhoewel, zou de kaart meer plaatsen kennen, dan was dit wel weer een te drukke kaart geworden.</p>	<p>Slecht: De hoeveelheid blauw (het blauwe vierkantje) is te klein, ten opzichte van de grootte van de roze vlakken - én ten opzichte van elkaar niet goed relateerbaar - en had daarom licht overdreven weergegeven mogen worden; er staat toch een label bij met de exacte aantallen. De legenda tekst 'aantal inwoners' kan misschien beter zijn: 'totaal aantal inwoners per plaats', om mogelijke misstanden te voorkomen. En misschien had het blauwe label direct naast het blauwe vierkantje moeten staan, in plaats van buiten het roze vierkant; op die wijze was duidelijker geweest dat het blauwe vierkant het blauwe getal en dus het aantal inwoners zonder EU-nationaliteit visualiseert. Waarschijnlijk is de verhouding tussen de blauwe en roze vierkanten niet juist. De blauwe lijkt systematisch te klein weergegeven ten opzichte van de roze.</p>
<p>Overall: Een goede kaart.</p>	<p>Overall: Een redelijke kaart.</p>

Zou dit linksboven dan de best mogelijke kaart zijn? Laten we het nog eens met staafdiagrammen proberen, en - met hetgeen we inmiddels geleerd hebben - nu eens géén percentages afbeelden:

<p>Wat: aantallen inwoners inwoners zonder EU-nationaliteit tezamen met het totaal aantal inwoners per plaats</p>	<p>Wat: aantallen inwoners inwoners zonder EU-nationaliteit tezamen met het totaal aantal inwoners per plaats</p>
<p>Hoe: met een (dubbele) staafdiagram, inclusief labels</p>	<p>Hoe: met een onderverdeelde staafdiagram, inclusief labels</p>
<p>Goed: Het is eenvoudige voorstelling van zaken; er zijn getallen gevisualiseerd - en exact afleesbaar - en relateerbaar ten opzichte van het totaal aantal inwoners. Er is afgestapt van percentages (een 'relatief getal' is soms wat lastig grijpbaarder dan aantallen). De aantallen worden toch al relatief gemaakt omdat het aantal inwoners per plaats genoemd wordt. Er is ook gebruik gemaakt van (slim gekleurde) labels.</p>	<p>Goed: Zie links. Echter, nu is duidelijk dat de 'blauwe hoeveelheden' (inwoners zonder EU-nationaliteit) gewoon deel uitmaken van de 'roze hoeveelheden' (totaal aantal inwoners) Kortom; er wordt méér uitgelegd, en daarmee wordt de figuur helderder en eenvoudiger te lezen voor de kaartlezer.</p>
<p>Slecht: De relatie tussen de linker blauwe en de rechter staaf is onduidelijk. Er moet daardoor onnodig veel gelezen worden. Het lijkt er zo op dat de 'niet-EU-inwoners' géén deel uitmaken van de overige inwoners, terwijl dat bij de aantallen wel het geval is. En nog een klein detail: getallen boven de 9999 (dus vanaf 10.000) zijn beter leesbaar indien deze van een punt (duizendtallenscheidingsteken) worden voorzien. Het tonen van staafdiagrammen NAAST elkaar is alleen juist indien de cijfers géén deel van elkaar uitmaken, maar aanvullend een object beschrijven. Bijvoorbeeld, het aantal tonnen steenkool, gas en olie dat Europa binnenkomt weergegeven met steeds drie staafdiagrammen per havenstad. Meer informatie over diagrammen (op kaarten) zie de literatuur: <i>"Diagram en Kaart, als geografische hulpmiddelen"</i> van C.I. Wieland, 1980. Dit lijkt verouderd, maar is nog steeds zeer verhelderend en leesbaar!</p>	<p>Slecht: Er is niet zoveel op aan te merken. Of het moet zijn het experiment van de kaartmaker om de labels nu bij de top van de staafdiagrammen te zetten. Waarschijnlijk is dat een verbetering, als is de afstand tot de blauwe tekst soms wat groot; hierdoor is de vergelijking met niet de aantallen inwoners zonder EU-nationaliteit minder goed te maken. Een test zou kunnen uitwijzen wat mooier en leesbaarder zou zijn geweest. Misschien is het géén verbetering. Daarnaast hadden de blauwe teksten, net als de roze, misschien beter rechts van de staafbalken geplaatst kunnen worden.</p>
<p>Overall: Een redelijke kaart, maar wat onduidelijk qua onderlinge betekenis van de blauwe en roze staafbalken.</p>	<p>Overall: Een goede kaart, waarschijnlijk het maximaal haalbare wanneer aantallen gevisualiseerd moeten worden.</p>

Conclusie:

Er is veel mogelijk, maar afhankelijk van de dataset is niet alles zomaar goed toepasbaar. Het blijkt ook dat er met veel verschillende zaken rekening moet worden gehouden. Sommige mogelijkheden leiden tot onleesbare kaarten, of kaarten die een verkeerd mentaal (spreidings)beeld achterlaten bij de kaartlezer.

Er zijn toch *meerdere* goede kaarten te maken. Hieronder staan drie totaal verschillende kaarten - ook al is de uitgangsdataset steeds hetzelfde geweest. Ze zijn *alle drie* goed. Ze laten wél een *verschillend* beeld zien.

De doelstelling (en ook doelgroep van de kaart) bepaalt de uiteindelijke keuze tussen deze drie. En de doelgroep (en het medium, de tijd die lezers hebben, het kennisniveau, de ervaring met het lezen van kaarten) bepaalt in hoeverre bepaalde verbeteringen nog mogelijk zijn aan de opmaak, de legenda en de labels en begeleidende tekst...

Deze laatste aspecten komen overigens aan de orde in Deel C, over 'Kaartopmaak', en het evalueren zelf in 'Het evalueren van kaarten'.

De TOP 3:


<p>percentage inwoners zonder EU-nationaliteit (blauw) De grootte van de cirkel is evenredig met het aantal inwoners per plaats</p>	<p>waaraan aantal inwoners zonder EU-nationaliteit (blauw) aantal inwoners (roze)</p>	<p>aantal inwoners zonder EU-nationaliteit (blauw)</p>
<p>Wat: percentage én aantal inwoners zonder EU-nationaliteit in vergelijking met het aantal inwoners per plaats</p>	<p>Wat: aantallen inwoners zonder EU-nationaliteit in vergelijking met het aantal inwoners per plaats</p>	<p>Wat: aantal inwoners zonder EU-nationaliteit</p>
<p>Oordeel: Een goede kaart. Is misschien een wat volle kaart, bij meer steden zou het misschien minder overzichtelijk zijn, verschaft veel informatie, zeker als er nog een label bij zou moeten komen (totaal aantal inwoners per plaats). Een kleine waarschuwing: Maak de cirkels niet te groot (vermijd een te volle kaart) en niet te klein (onleesbare taartdiagrammen). Bij méér plaatsen, let er op dat de taartdiagrammen niet elkaar overlappen, verschuif eventueel de taartdiagrammen iets. Maak liefst één taartpunt per taart (zoals hier), en niet meerdere taartpunten (zoals percentage EU-ingezetenen buiten Nederland</p>	<p>Oordeel: Een goede kaart. Is misschien een wat volle kaart, bij meer steden zou het misschien minder overzichtelijk zijn, verschaft veel informatie. Een kleine waarschuwing: pas op voor overlap van staafdiagrammen.</p>	<p>Oordeel: Een goede kaart. Bevat weinig informatie, maar is daardoor zeer helder in wat bekeken moet worden: het aantal inwoners zonder EU-nationaliteit per plaats.</p>


<p>én het percentage ingezetenen zonder EU-nationaliteit... Spreid anders de informatie over twee kaarten.</p>		
<p>Doelstelling: Het tonen van de <i>procentuele</i> spreiding wanneer een discussie mogelijk gemaakt moet worden, wanneer het probleem van meerdere kanten bekeken moet worden, wellicht door een doelgroep die de tijd én interesse heeft om het plaatje eens goed te bekijken. Wanneer het om een goed beeld gaat van de werkelijke verhoudingen.</p>	<p>Doelstelling: Wanneer het vooral om <i>exacte</i> aantallen gaat. Zie linker doelstelling.</p>	<p>Doelstelling Het tonen van de spreiding van de aantallen en wanneer het daarbij om een simpele, snel leesbare kaart gaat. Er kunnen weinig extra vragen aan deze kaart gesteld worden. Ook worden er weinig extra vragen mee opgewekt. Is niet geschikt voor een totaalbeeld, wel voor het beantwoorden van één vraag: waar bevinden zich hoeveel inwoners zonder EU-nationaliteit. Wellicht is een soortgelijke, tweede kaart nuttig, waarin het aantal inwoners per plaats wordt gevisualiseerd. Uitleg in een begeleidende tekst ("je leest hier niet of de aantallen per plaats relatief veel of weinig is") is wellicht noodzakelijk.</p>

De drie kaarten hierboven lijken tot nu toe de best mogelijke kaarten. Misschien is op visueel gebied (kleuren, achtergrondkleur, labels) nog één en ander te verbeteren. Met méér gegevens per kaart zouden deze anders wel eens te ingewikkeld kunnen worden.

Of iets wel of niet te ingewikkeld is, bepaalt de doelgroep. Voor een haastige Spits! of DAG-lezer is zoiets op de maandagochtend te veel, de laatste kaart zou daar wellicht geschikt voor zijn.

Merk op dat de GIS-specialist in een aantal kaarten bewust de 'positie' van de plaatsen verschoven heeft. (Vergelijk maar eens de positie van de drie meest oostelijk gelegen steden van kaart tot kaart.) Op deze wijze komt de symbologie (dus het onderwerp) beter tot zijn recht. Dat de plaatsen 'verkeerd' liggen is niet erg, zolang de onderlinge ligging maar niet tot onduidelijkheden leidt bij de kaartlezer. De plaatsnamen zorgen er gelukkig voor dat er ook geen misverstand kan ontstaan.

 **TIP:** Het oog van een kaartlezer gaat vaak al snel naar de gebieden waar veel (grote) symbolen voorkomen. Wil je ook nadruk leggen op plekken waar geen of weinig (maar juist kleine) symbolen vóórkomen, zorg dan dat die lege plekken ook echt leeg zijn. Dat kan door geen extra grenzen, wegen en labels op die plek neer te zetten. In bovenstaand voorbeeld had bijvoorbeeld nog de achtergrond (Overijssel) nog lichter gemaakt kunnen worden.

 **SAMENVATTING:** Kwantitatieve (getalsmatige) gegevens kunnen met (alleen) labels, staafdiagrammen, taartpunten en proportionele symbolen (zoals cirkels en vierkanten) gevisualiseerd worden. Wanneer proportionele symbolen worden gekozen, is er het gevaar dat kleine aantallen niet goed meer zichtbaar zijn. Labels bij de symbolen en of het bewust verkleinen van de onderlinge groottes van de symbolen is dan een must. Kleine symbolen worden dan groter en grote symbolen worden dan relatief kleiner weergegeven. Een goede legenda (en eventueel het toevoegen van labels als het niet om te veel labels gaat) is dan wel een must. Welke van de genoemde visualisatiemogelijkheden wordt gekozen is afhankelijk van:

- de dataset (het onderwerp)
- de spreiding binnen de dataset
- het aantal te visualiseren getallen
- de onderlinge ligging van de onderlinge plaatsen en
- de doelstelling van de kaart.

Omdat de visualisatiemogelijkheden binnen een GIS ruimschoots aanwezig zijn, omdat de opdrachtgever van de kaart ook niet altijd de doelstelling van de kaart helder heeft én omdat verschillende visualisatietechnieken nu eenmaal tot verschillende en soms verrassende conclusies leiden, is het aanbevelenswaardig om bij elke kaart 'te spelen' met de verschillende visualisatiemogelijkheden. Er kan eenvoudig gewicht worden ('met één druk op de knop') van de ene naar de andere mogelijkheid. Ook al is uit het bovenstaande duidelijk geworden dat niet elke mogelijkheid voor elke dataset gebruikt mag worden.

6. Goede geo-visualisatie

Jacques Bertin wordt door vele cartografen nu nog steeds gezien als dé persoon die systematisch en wetenschappelijk de (on)mogelijkheden van visualisatie binnen de cartografie heeft beschreven. Hij noemt ^[3] onder andere de volgende algemeen gangbare en inmiddels geaccepteerde normen voor wat een goede kaart is (zie paragrafen 6.1 en 6.2):

6.1. De twee kerntaken van een kaart

Een kaart dient twee vragen te kunnen beantwoorden:

vraag	voorbeeld
1) welk kenmerk speelt er op die plek?	wat is de bevolkingsdichtheid in de staat Utah?
2) hoe is de geografische spreiding van dat kenmerk?	waar liggen de staten met de laagste bevolkingsdichtheden?

Door het analyseren van deze vragen is af te leiden:

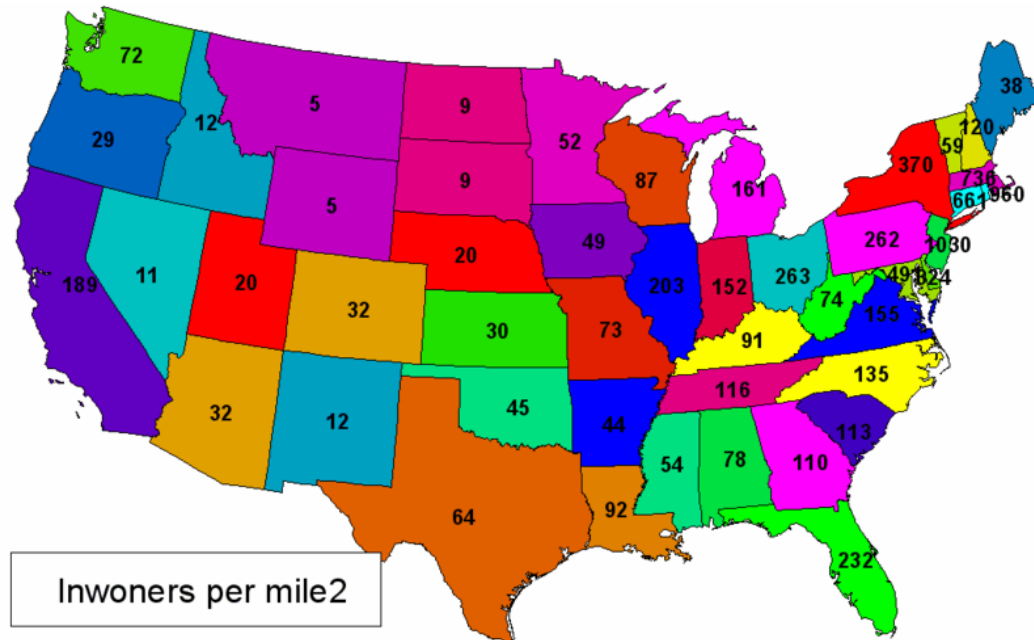
- hoe de visuele rangorde moet worden bepaald;
- wat het maximale aantal klassen mag zijn;
- of in dat specifieke geval het wel zo goed is om 'polythematische' kaarten (kaarten die meerdere thema's in één keer beschrijven);
- hoe de legenda, titel en kaart samen een eenheid moeten zijn, opdat een goede, snel te lezen kaart voorhanden is.

Dit laatste punt wordt beschreven in Deel C, bij kaartopmaak. De eerste twee punten worden in de paragrafen hieronder nader toegelicht.

Overigens, door de snelheid waarop de gebruiker dergelijke vragen kan beantwoorden, is af te leiden hoe goed de GIS-specialist zijn werk heeft gedaan.

6.2 'Lees-kaarten' en 'kaarten om te zien'

Een kaartlezer moet volgens Bertin beide vragen kunnen (leren) stellen aan een kaart. Gaan beide vragen hem snel af, dan is het een goede kaart. De cartograaf dient - rekening houdend met zijn doelgroep - namens hem diezelfde vragen stellen om tot een goede kaart te komen.



Kaart 1. Een zogenaamde 'leeskaart'. De informatie klopt. De kleuren zijn door hun rangorde (beter: wanorde) een afleidende factor. Er is géén spreiding waar te nemen, omdat de lezer de individuele waarden niet kan onthouden. Het is daarmee een beperkte en volgens Bertin ook slechte kaart. De kleuren weglaten was beter geweest.

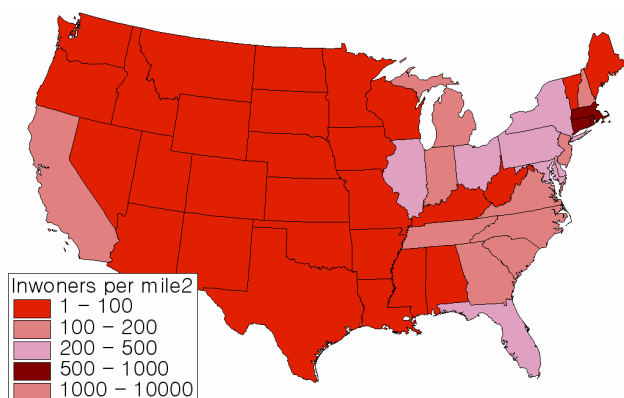
Soms gaat alleen vraag 1) goed af, zie figuur 1. In dat geval is de kaart een 'leeskaart' in de bewoordingen van Bertin. Bij elke plek kan gelezen worden hoeveel inwoners er zijn of wanneer in die provincie de eerste school is opgericht. Deze kaarten zijn hooguit goed genoeg voor iemand die (alléén) op die ene plek moet zijn. Deze kaarten geven alléén een meerwaarde boven teksten of tabellen, indien iemand een route weet, de topografie goed kent, en snel slechts één of enkele waarden wil weten.

Maar enig overzicht is er niet bij dergelijke kaarten. De lezer merkt dat wanneer hij iets over de spreiding van het fenomeen wil leren, dat hij:

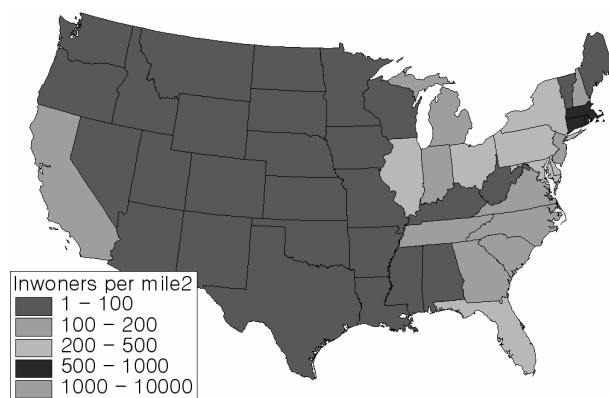
- veel tijd kwijt is, óf - erger - hij
- een verkeerde inschatting van het fenomeen krijgt.

Is de lezer **veel tijd kwijt** (bv: kaart 1) dan is waarschijnlijk de rangorde van het fenomeen (bijvoorbeeld bevolkingsdichtheid) vertaald naar een visuele niet-rangorde van de legenda-eenheden (zomaar wat kleuren of grijswaarden zonder rangorde).

De lezer krijgt **een verkeerde inschatting** wanneer de rangorde van het fenomeen ongelijk is aan de visuele rangorde (kaart 2 en 3). De grijswaarden (van de kleuren) lopen niet gelijk op met de waarden van de klassenmiddens. De lezer onthoudt een verkeerde spreiding. Hij is mentaal *niet* in staat om dit beeld te corrigeren.



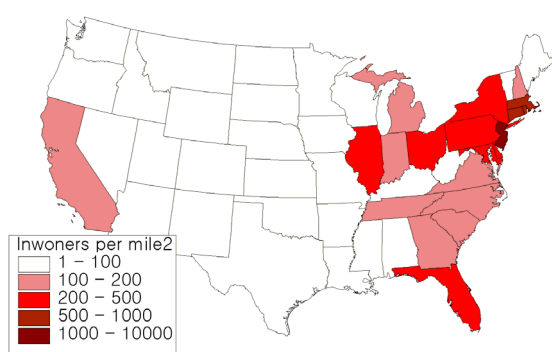
Kaart 2. De informatie klopt, echter, de visuele rangorde in de legenda stemt niet overeen met rangorde (er is geen orde). De lezer neemt een spreiding weer, echter, dit is de spreiding van de kleuren, niet die van het kenmerk. Het is daarmee een zeer foute kaart, dus erger dan de kaart 1.



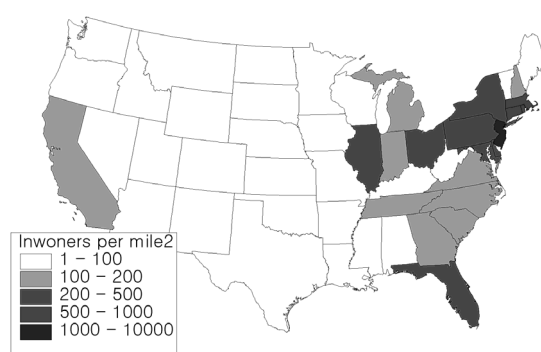
Kaart 3. Exact dezelfde kaart als bij 2. Echter, de kaart is zwart-wit afgedrukt. Het is een even foute kaart. Het geeft echter wel duidelijk weer waarom de kaart bij fout is. Het oog ontleent de spreiding aan de 'in de kleur verstopte' grijstint.

Via hedendaagse GIS-software is momenteel 'alles mogelijk'. Gelukkig begeleiden wizards en keuzeopties de GIS-ser vaak naar de juiste oplossing: hoe hoger de waarden, hoe hoger de grijswaarde (van de kleur). Echter, de GIS-ser kan dit teniet doen. Of door onkundig gebruik van de applicatie of te weinig cartografische kennis toch tot andere uitkomsten komen. Er worden dan verkeerde (beleids-) beslissingen genomen. Het kan zijn dat in dergelijke gevallen door de maker of opdrachtgever van de kaart desondanks gesteld wordt dat de legenda juist is en de kaart dus goed. Bijvoorbeeld met het argument dat de kaartlezer van de kaart uiteindelijk toch echt de juiste waarden uit de kaart *kan* halen door die legenda. Getalsmatig heeft hij gelijk. Echter de kaart is slechts 'leesbaar'. Omdat de spreiding *niet juist* zichtbaar is, 'ziet' niemand de echte spreiding. De visuele spreiding is ongelijk aan de spreiding van het fenomeen/kenmerk. Zo'n kaart blijft dus wetenschappelijk (cartografisch) gezien fout.

Gaat ook vraag 2) goed, dat spreekt Bertin van een kaart 'om te zien'. De kaart geeft dan de spreiding van het fenomeen goed weer. De vertaling van de rangorde van het fenomeen naar de visuele rangorde is goed gegaan. Deze kaarten zijn nodig voor elke onderzoeker, elke beslisser. Conclusies trekken zal nu wél gaan, én snel. Kaarten 4 en 5 zijn hier juiste voorbeelden van.



Kaart 4. Een kaart 'om te zien'. De spreiding is nu zichtbaar, en juist. De kaart geeft twee soorten antwoorden: 1) de klasse 'inwoners per mi²' per staat is afleesbaar; 2) de spreiding is waar te nemen (=zien). Deze spreiding is niet waar te nemen in bovenstaande voorbeelden. Indien het doel van de kaart er aanleiding toe zou geven, zou er wellicht één kleine verbetering te maken zijn; het label plaatsen zoals in kaart 1. Bij het toevoegen van nog meer opties aan een kaart moet echter altijd de vraag gesteld worden of dit het beantwoorden van 'vraag 2' niet vertroebelt.



Kaart 5. Exact dezelfde kaart als kaart 4, nu zwart wit. Duidelijk is dat het oog dezelfde visuele rangorde waarneemt bij deze kaart als bij de kleurenvariant. Ook hier neemt hij dus de juiste beslissingen, omdat deze visuele rangorde nu wel overeenkomt met de rangorde van het kenmerk.

Er zijn over deze twee voorbeelden nog maar weinig opmerkingen te maken. Wellicht zou het onderscheid tussen de 3e en 4e klasse groter moeten zijn. Alaska ontbreekt... Een juiste titel en een noordpijl zou kunnen worden toegevoegd. Deze aspecten komen later in dit deel B en in deel C aan de orde.

7. Het maximum aantal te gebruiken klassen

Het aantal visuele klassen dient bij het weergeven van kwantitatieve verschillen gelijk of kleiner te zijn dan het ingewonnen aantal klassen. Aan de kant van de lezer zit er ook een beperking. Hieronder wordt het maximum aantal door de oog-brein-combinatie te onderscheiden klassen weer gegeven, afhankelijk van of het verschijnsel door punten (bijvoorbeeld soorten steden), lijnen (bijvoorbeeld soorten transportstromen) of door vlakken (bijvoorbeeld soorten grondgebruik) wordt beschreven^[4]:

grafische variabelen	punten	lijnen	vlakken
grootte	4	4	5
grijswaarde	3	4	5
kleur	7	7	8
richting	4	2	-
vorm	-	-	-

Enkele opmerkingen over bovenstaande tabel:

- Bovenstaande getallen zijn maxima, en richtlijnen. Dat wil zeggen dat bij polythematische kaarten, per thema, deze aantallen minimaal gehalveerd dienen te worden.
- Grein is niet meer gebruikelijk. Sommige auteurs gebruiken net iets andere aantallen bij dergelijke overzichten, meestal nemen ze de getallen van Wieland over, of noemen voor grein dat er 2 tot 4 verschillende klassen mee te definiëren zijn. Gezien de eenvoud waarmee tegenwoordig aantrekkelijke kaarten in kleur kunnen worden gemaakt, en de visuele eigenschappen van de oog-brein combinatie, die bij kleuren duidelijk beter onderscheid in klassen kan maken, verdient het sterk de voorkeur om altijd te kiezen voor onderscheid in kleuren, ook wanneer het benodigde aantal klassen lager is.
- Vorm wordt afgeraden: een kruis voor een middenklasse camping, en een vierkantje voor een 5-sterren-camping bijvoorbeeld levert immers geen enkele positieve bijdrage aan het antwoord op 'vraag 2 van Bertin'. De grootte of kleur (van een kruis) wel. Variatie in vorm kan juist wel gebruikt worden voor het weergeven van verschillende soorten (of: kwalitatieve verschillen).
- Zie ook de module Symbologie waarin de grafische variabelen uitgebreid worden behandeld.

8. De functie van kleur bij thematische kaarten

Kleur kan op twee manieren worden ingezet om klassen aan te duiden:

- via de **kleurtint** (golflengte). Bijvoorbeeld: van rood naar oranje naar geel geeft een afnemende drukte van wegingtensiteit.
- via de **grijswaarde**. Bijvoorbeeld: van donkerrood naar lichtrood en zelfs naar wit geeft een afnemende bevolkingsdichtheid. (Overigens, verzadiging is iets anders. Verzadiging is de mate van verontreiniging van een kleur met grijs dat dezelfde grijswaarde heeft als die kleur. De verzadiging geeft de relatieve zuiverheid aan. Zie ook Het HSV-systeem elders in dit deel.)

In het tweede geval, wanneer gevarieerd wordt in de grijswaarde van één kleur, kiest de cartograaf normaliter voor een logisch, bij het kenmerk behorende kleur. Voor waterdiepte of ijsdikte zou dat blauw kunnen zijn, voor bevolkingsdichtheid rood. Wanneer het eindresultaat van die kleurenkaart in zwart-wit zou worden omgezet, zal visueel (in het brein van de lezer) géén enkel verschil worden opgemerkt met de kleurenkaart. De verspreiding / clustering van het kenmerk over de kaart is even goed te zien. Het brein zag dus niet de (variatie in) kleur, maar de (variatie in) grijswaarde! De kleur wordt 'slechts' gebruikt om de kaart aantrekkelijker te maken. Bij een thematische kaart waarin de diepte van de zee (hoe dieper hoe donkerder blauw) wordt weergegeven is door het *logische* gebruik van de kleur blauw niet nodig dat de kaartlezer steeds maar weer naar de legenda moet kijken.

Meer over kleuren staat met name in Kleurgebruik en kleurassociaties, elders in dit deel.

9. De noodzaak van het normaliseren, juiste objectkeuze en aggregatieniveau's

Deze paragraaf geeft regels bij geo-visualisatie voor:

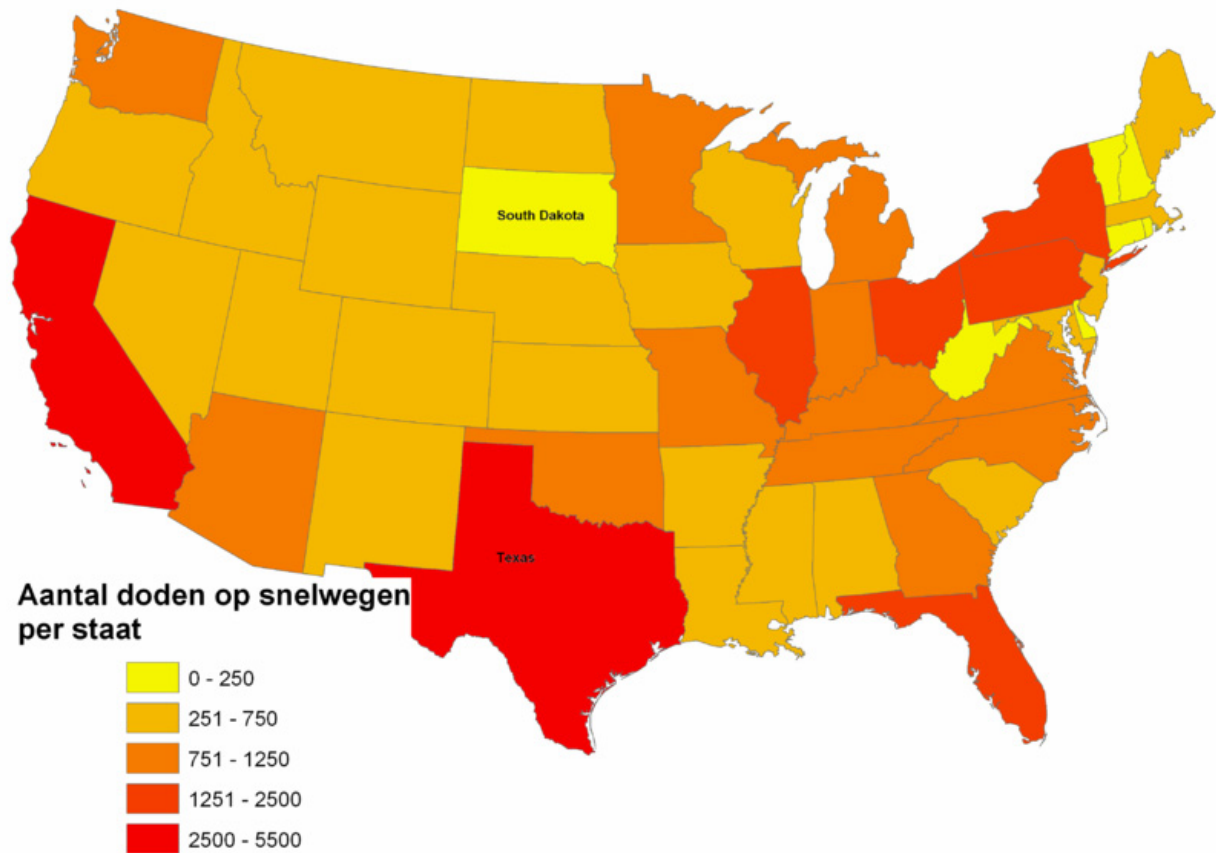
- (de noodzaak van) normaliseren
- de keuze van de juiste objecten die het kenmerk moeten gaan visualiseren en
- het juiste aggregatieniveau, gedetailleerd (per object) of samengesteld (per gebied).

Bij het visualiseren is het van belang het juiste object te visualiseren. Bovendien mag het kenmerk niet 'overdreven' worden, doordat het object dat het kenmerk visualiseert, feitelijk níet over het kenmerk gaat. Hoewel zo datatechnisch de juiste kaarten gemaakt kunnen worden, geven deze kaarten totaal verkeerde beelden. Onbewust of (erger) bewust, kunnen zo schadelijke kaarten gemaakt worden.

De kaartvoorbeelden hieronder tonen dat aan. Daarnaast zal blijken dat het maken van een kaart een iteratief proces is. Wanneer het eindresultaat eindelijk goed lijkt te zijn, komt de onderzoeker met de juiste antwoorden en nieuwe vragen. Er zal wellicht wéér een andere kaart gemaakt moeten worden. De analist/beleidsmaker is op die manier kaartenmaker/cartograaf geworden... Voor onderzoeksdoeleinden volstaat één kaart niet. Maar er kunnen bij dit proces veel fouten gemaakt worden indien er niet lang over de kaarten en de problematiek wordt nagedacht.

Stel, een beleidsmaker wil onderzoeken welke staten of welke snelwegen extra aandacht behoeven bij de bestrijding van het hoge aantal doden in de VS op de snelwegen / 'interstates'. In 2004 waren dat 42.636 doden, dus gemiddeld 0,88 doden per jaar per mijl snelweg, Alaska niet meegerekend (bron: <http://usgovinfo.about.com/od/medicalnews/a/traffictoll.htm>). (NB: de spreiding van het aantal doden over staten en snelwegen lijkt reëel, maar is in dit voorbeeld gebaseerd op fictieve aannames. Daarom deze gegevens niet gebruiken voor eigen onderzoek/VS-illustraties, e.d. Zie commentaar bij de afbeeldingen. Het enige dat klopt zijn de hierboven genoemde aantallen.)

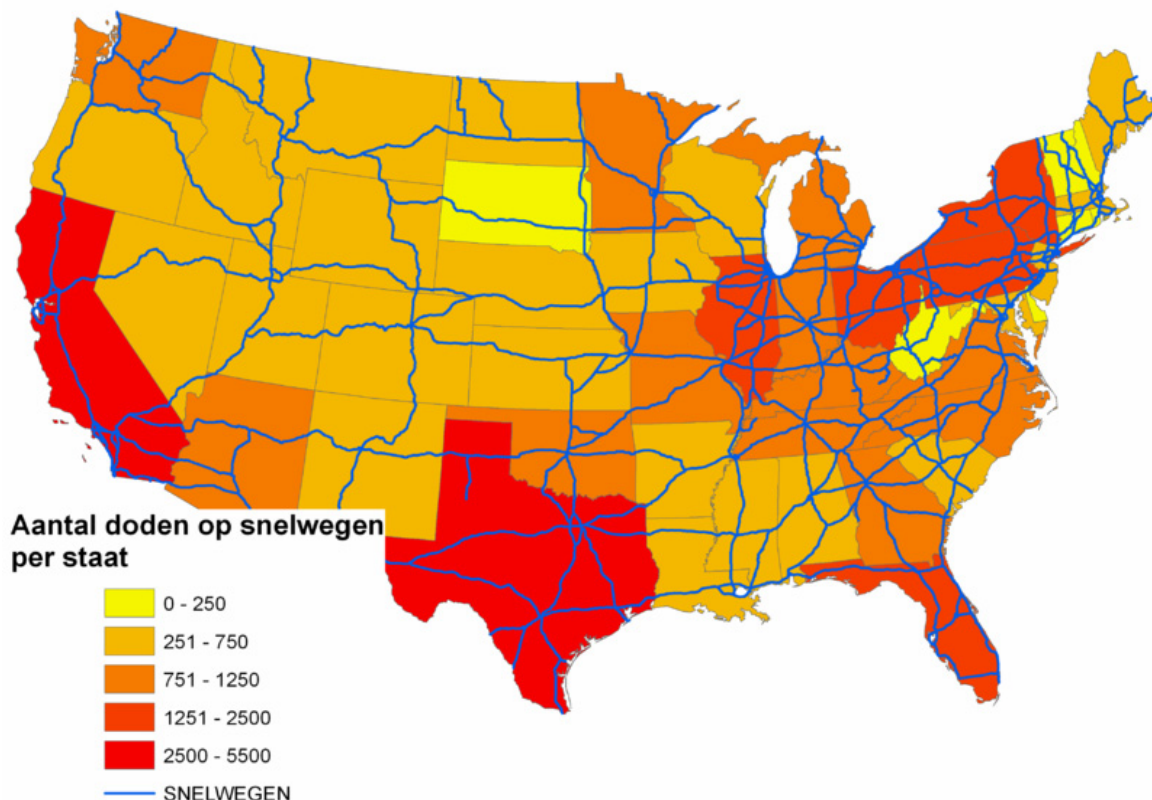
De beleidsmaker maakt achtereenvolgens de volgende kaarten met zijn GIS, steeds op basis van dezelfde gegevens:



Kaart 6. Een slechte kaart; Vlakken mogen niet gebruikt worden om een kenmerk te visualiseren als het kenmerk over een lijn (of punt) gaat.

Over kaart 6. Geeft het aantal doden per staat. Het lijkt een correcte 'kaart om te zien'. In de terminologie van Bertin is de visuele spreiding van de kleur (van geel naar rood) namelijk in overeenstemming met de spreiding van het kenmerk (van weinig aantal doden per staat naar meer doden per staat).

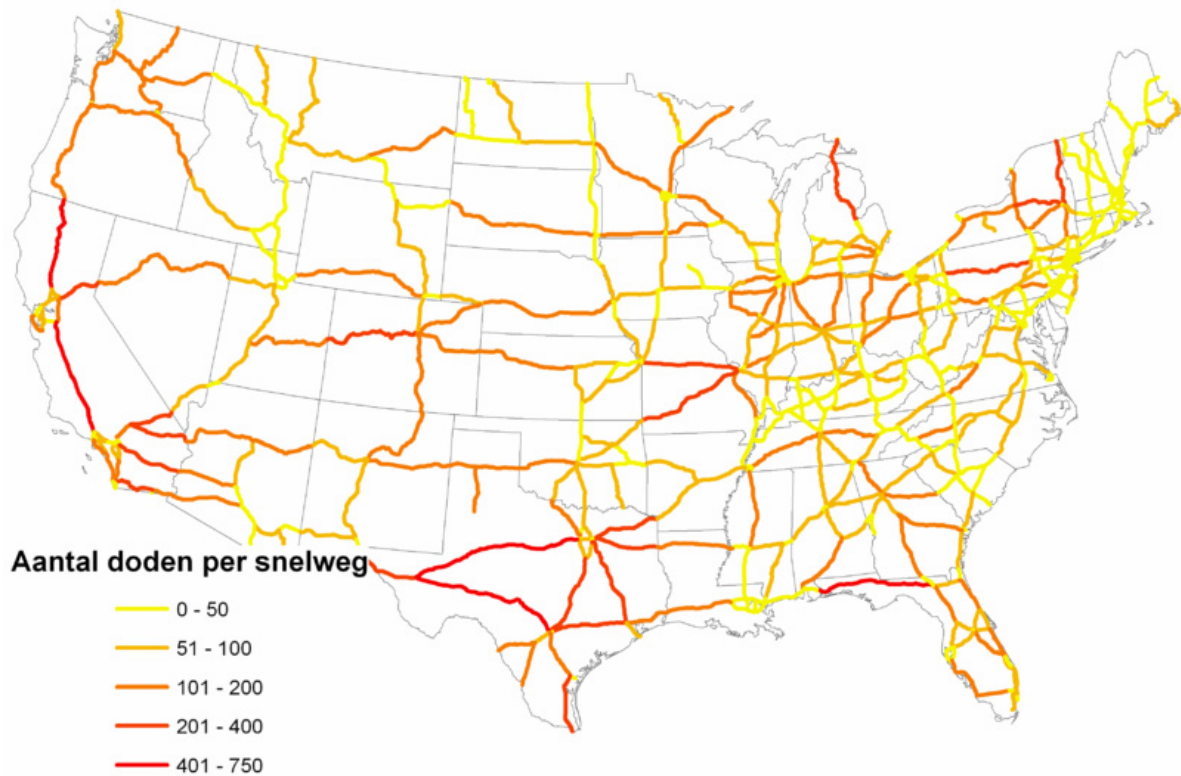
- Gaan we bedenken - wellicht dankzij deze kaart - waarom Texas zoveel meer doden heeft dan South Dakota, dan schrikken we. Want hoeveel mensen wonen er in deze twee staten, en hoeveel snelwegen zijn er verhoudingsgewijs? Een staat als gebied zegt misschien wel iets over het aantal slachtoffers, maar niet over de oorzaak ervan. Een kleine staat met weinig of misschien zelfs géén snelwegen zal weinig/géén doden kennen, maar dat zegt niets over dat de snelwegen er veilig zijn. De oorzaak is het aantal snelwegen; hoe zijn die verspreid over de staten van de VS? *De staat is dus het verkeerde object om 'snelwegdoden' mee te visualiseren.*



Kaart 7. Een slechte kaart, om de zelfde reden. De lijnen maken slechts duidelijk dat er een cartografisch / lezer probleem is.

Over kaart 7. Exact dezelfde kaart als kaart 6, maar nu met het aantal snelwegen. Het lijkt nu logisch dat Texas veel doden kent: er zijn meer snelwegen dan in South Dakota. Bovendien is het een grote staat met veel inwoners. Zouden spreiding van de inwoners dan ook maar in beeld moeten komen? Nee, dat vertroebelt het overzicht verder. De kaart zou dan nog meer een rekensom worden. Bovendien hadden de staten niet ingekleurd mogen worden: hoe groter een (donkerrode) staat, hoe sterker het oog dit ervaart, terwijl de klasse (het aantal doden per staat) niet wijzigt.

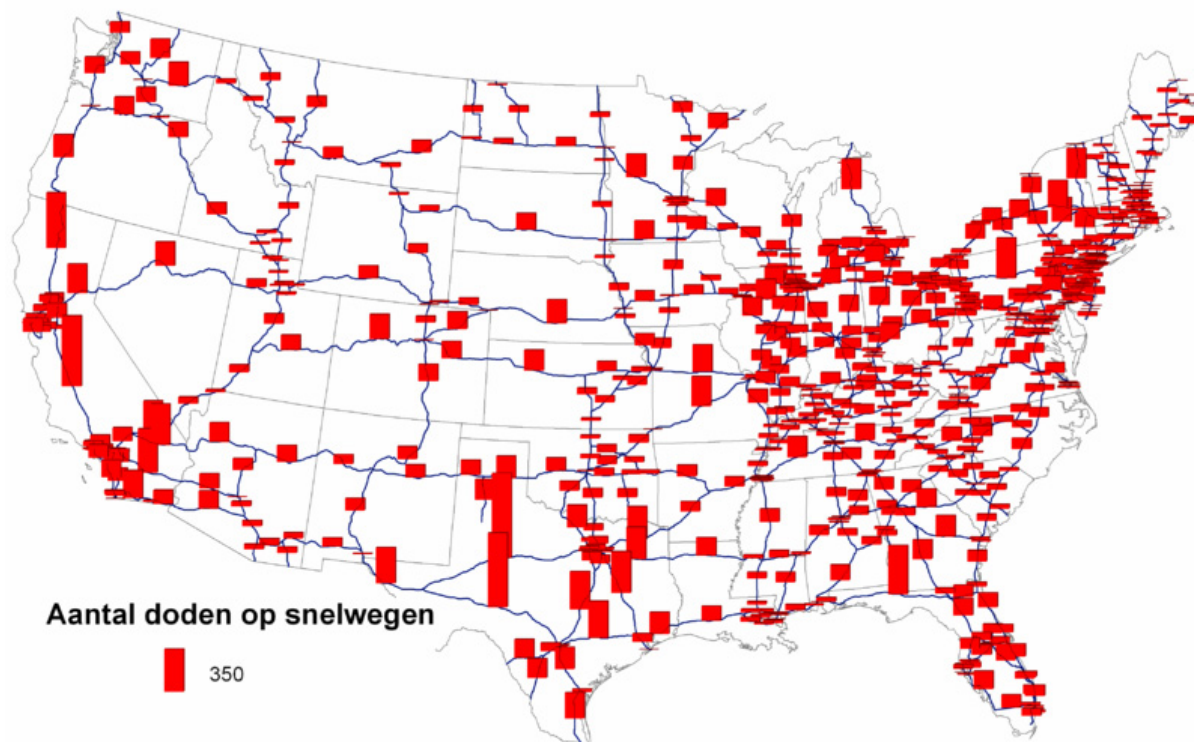
- Gaan we bedenken hoe het dan wél moet, dan moeten we letterlijk gaan kijken naar het aantal doden per snelweg. Dáár vallen de doden. Het kenmerk moet op die 'verantwoordelijke' (lijn-) objecten - en niet op de (vlak-) objecten - gevisualiseerd worden. Het moet dus dan dus ook bekend zijn op welke snelweg die doden per staat vallen.



Kaart 8. Een slechte kaart. Hoe langer een lijn (snelweg), hoe groter het kenmerk (meer doden). Die logica moet de kaart niet laten zien.

Over kaart 8. Ditmaal wordt het juiste object gebruikt; de snelweg zelf. Maar er is toch iets goed mis met deze kaart. Rijden automobilisten harder en rokelozer op de lange wegen? Zijn de automobilisten in het drukke oosten beter in autorijden, of zijn daar veiliger snelwegen? In alle steden en drukke knooppunten lijkt alles ook veel veiliger...

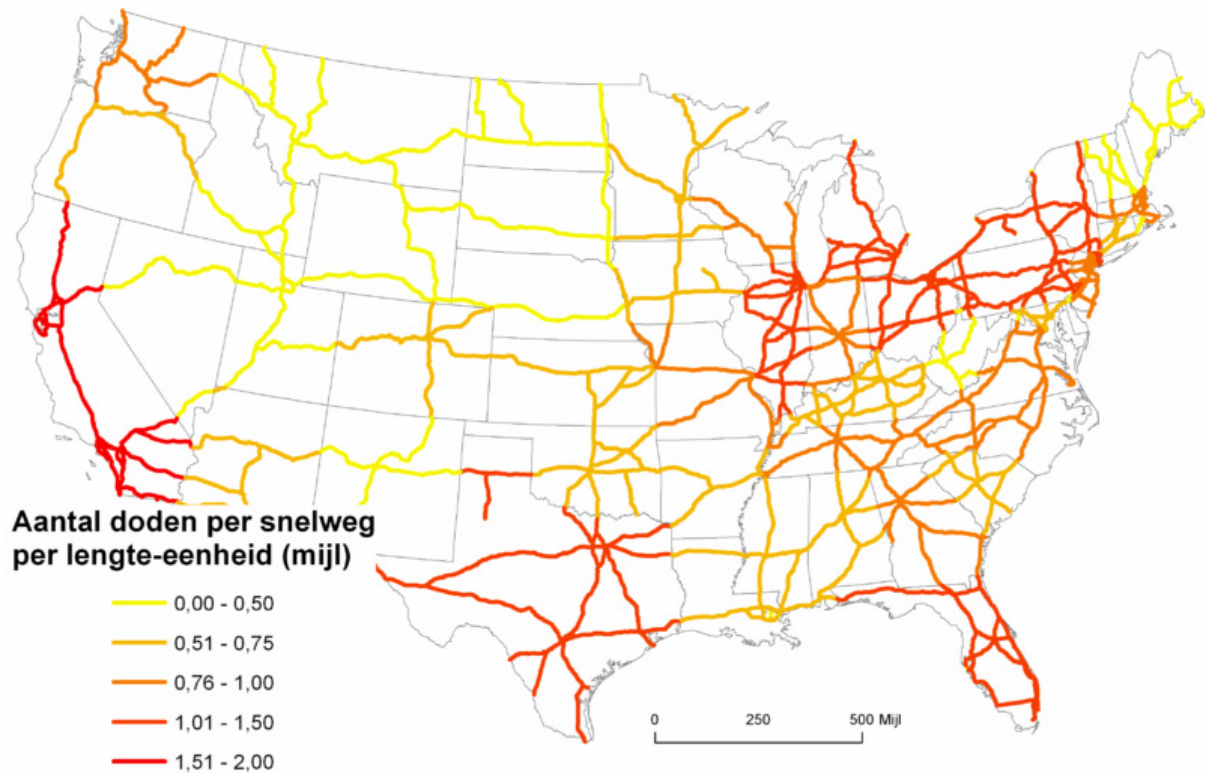
- Kijken we naar lange snelwegen; hierop vallen inderdaad meer doden dan korte snelwegen. Lange snelwegen zijn - volgens de legenda - inderdaad ook roder. Het aantal doden op lange snelwegen is hoger omdat ze langer zijn... De kans dat er iets gebeurt is groter bij lange snelwegen. De snelweg had niet een kleur mogen krijgen van het totaal aantal doden. Algemeener geformuleerd: het gehele (lijn)object had niet mogen visualiseren wat er op het gehele object in totaal gebeurt. NB: bij kwalitatieve data, zoals snelwegtype, had dit wel gemogen. Conclusie is in dit geval: er moet een andere kaart komen.



Kaart 9. Een matige kaart. De kaart is minder slecht omdat het kenmerk op de lijn zelf figuratief wordt weergegeven; het aantal doden wordt per snelweg weergegeven. Omdat het soms over lange en soms over korte snelwegen gaat, is het beeld toch niet goed genoeg om conclusies per snelweg te trekken. De spreiding van het kenmerk over de gebieden wordt nu al wel duidelijker, en is eerlijk (maar met wel veel balkjes) zichtbaar.

Over kaart 9. Hierop wordt voor elke snelweg apart het aantal doden vermeld. Dit is eerlijker. Er is sprake van een kartogram. Met staafdiagrammen (opnieuw geldt: niet per staat, maar gelukkig per snelweg) wordt aangegeven waar de meeste doden vallen. Omdat die staafdiagrammen visueel niet worden uitgesmeerd over een hele lijn is dit een verbetering: staten met weinig snelwegen zijn 'witter / leger'. Plekken waar veel korte snelwegen zijn, laten veel lage staafdiagrammen zien. Plekken waar weinig maar lange snelwegen zijn, laten minder, maar hoge staafdiagrammen zien. Dit is eerlijk.

Toch is de beleidsmaker niet tevreden. Het is onoverzichtelijk, wanneer zoveel diagrammen in zo'n kartogram te voorschijn komen. Normaliseren is de oplossing.



Kaart 10. De enige goede kaart in deze serie over snelwegdoden. De spreiding van het kenmerk is goed te zien. Het kenmerk wordt visueel eerlijk uitgesmeerd over de lijnobjecten (snelwegen); het kenmerk is genormaliseerd. Merk op dat een totaal andere spreiding te zien is dan in kaart 7!

Over kaart 10. Hierop wordt voor elke snelweg het aantal doden per kilometer vermeld. Dit heet **normaliseren**. Bij lijnen moet het kenmerk dat gevisualiseerd moet worden, gedeeld worden door de lengte. Bij vlakken moet het kenmerk dat gevisualiseerd dient te worden, gedeeld te worden door de oppervlakte van dat vlak. Deze kaart is cartografisch goed en ondersteunt de analyse van de data op de juiste wijze.

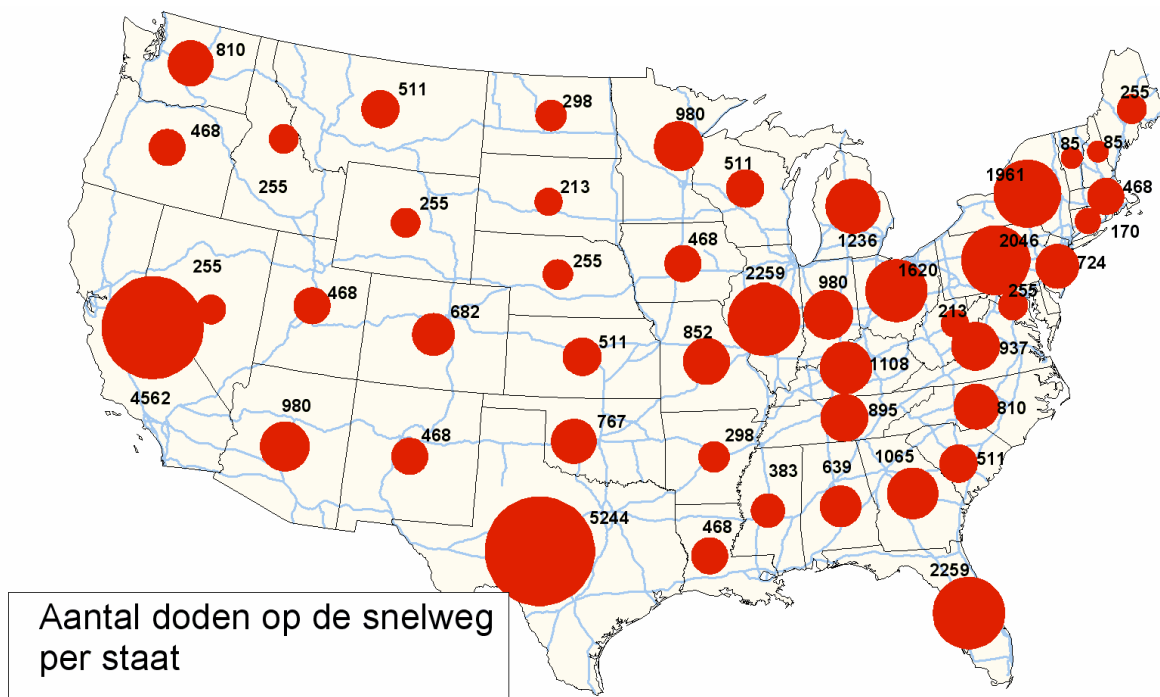
- Voor het eerst verschijnt een nuttige kaart. De andere kaarten waren 'slechts' nuttig om er achter te komen welke kaart dan wel gemaakt had moeten worden. Deze laatste kaart geeft eerlijk de getallen weer. De drukke knooppunten in de steden zijn dus wel degelijk gevaarlijk. Het visuele beeld dat nu ontstaat is cartografisch correct, grafisch aantrekkelijk en snel te lezen. Nog een detail. Wil de lezer bij een snelweg kunnen afleiden hoeveel doden er vallen, dan moet het aantal doden zoals dat in de legenda staat (per mijl) vermenigvuldigd worden met het aantal mijlen. Vandaar dat nu een schaalbalk een must is. Op deze wijze is het volgens Bertin niet alleen 'een kaart om te zien', maar ook een leeskaart.

Nawoord / bij deze kaartserie:

De volgende verbeteringen hadden ook overwogen kunnen worden.

- Bij kaart 6: Het aantal doden per staat normaliseren per kilometer snelweg in die staat. Er blijft dan echter een probleem. Grote staten, die een donkerrode kleur laten zien, vallen meer op dan kleine staten met diezelfde donkerrode kleur. Het is dus nog steeds het fout toepassen van een choropleet. Er had een voor een figuratieve kaart gekozen moeten worden. Deze kaart toont dan echter een minder gedetailleerd beeld dan kaart 10. In algemene bewoordingen: doordat een hoog aggregatieniveau (staten) is gekozen, worden verschillen die in de data voorkomen opgeteld, en gaat detailinformatie verloren. Er dient gedetailleerder, per object (in dit geval: snelweg) te worden gevisualiseerd. Een snelweg die een administratieve grens overgaat wordt niet plotseling veiliger. (Tenzij die staat andere snelwegen bouwt. Zou dat een conclusie of te testen vermoeden zijn, dan moet in de kaart onderscheid in snelwegtype worden aangegeven.)

- Naar aanleiding van de kaart bij 10 zal de onderzoeker zich afvragen waarom bepaalde snelwegen zo veel doden opleveren. Er dient waarschijnlijk onderscheid gemaakt te worden tussen het soort snelwegen - wel of niet gescheiden weghelften - en de drukte.
- Kaarten 6, 7 en 9 en 10 zijn alle choropleten.
- 'Helaas' zal een oplettende lezer merken dat kaart 10, 'de enige juiste kaart' laat zien dat op elke snelweg, in elke staat, per lengte-eenheid, evenveel doden vallen. Dit is in werkelijkheid niet het geval. Zou deze kaart op basis van gedetailleerde gegevens gemaakt zijn, dan was voor elke snelweg, ook per staat, meer variatie te zien. Voor dit voorbeeld doet dat niets af.



Kaart 11. Cartografisch een goede kaart, en een juist alternatief voor de kaarten 6 en 7; het is zowel een 'leeskaart' als 'een kaart om te zien'. Echter, de onderzoeker kan er weinig mee. De oorzaak voor het hoge aantal doden is en blijft niet de staat als administratief gebied, maar (o.a.) het aantal snelwegen. Kaart 10 blijft beter. Zie tekst (nawoord).

10. Het verschil tussen objecten en verschijnselen

Bij het karteren kunnen gegevens van objecten in beeld gebracht worden. Denk aan locaties van restaurants, gemeten temperaturen bij alle bekende weerstations in Nederland. Dit is al gauw een kaart die Bertin (zie) een 'kaart om te lezen' zal noemen; kaarten die slechts een serie gegevens weergegeven / opsommen.

Bij het karteren kunnen diezelfde gegevens ook als een verschijnsel in beeld gebracht worden. Denk aan de restaurantdichtheid per gemeente, of het temperatuurspreiding op een bepaalde dag.

In het geval van de locaties van restaurants is het maken van een spreidingskaart misschien veel beter; de lezer van de kaart ziet waar hij het beste naar toe kan voor de meeste keus. Objecten en niet de restaurantdichtheid moet dan worden weergegeven. Restaurantdichtheid - zeker per gemeente - is niet zo interessant. Interessanter is de spreiding van die objecten.

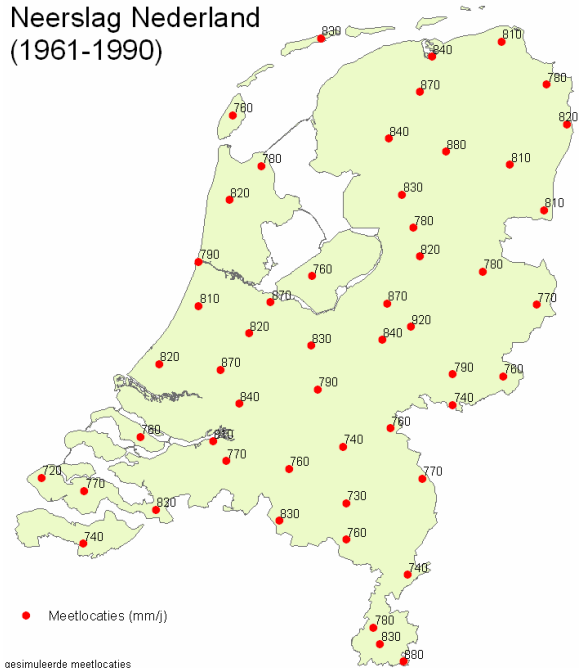
In het geval van de gemeten neerslag (al of niet gemiddeld) gaat het waarschijnlijk niet om de objecten/locaties. Het gaat om het *verschijnsel* neerslag. Waar die ene hoge neerslagwaarde toevallig gemeten is, is niet zo interessant, of het moet verantwoord worden hoe de kaart tot stand is gekomen, en met hoeveel meetstations. Maar belangrijker is dan dat het verschijnsel neerslag in beeld komt, en wel voor héél het gebied. Er moeten nu dus géén objecten worden gekarteerd middels een spreidingskaart, maar een choropleet. Het verschijnsel neerslag vindt immers overal plaats, het varieert slechts in locatie. Ook waar niet gemeten wordt, vindt neerslag plaats. **Het is een zogeheten continu verschijnsel** (Engels: 'continues data'). Laat - bijvoorbeeld door interpolatietechnieken die een GIS biedt - die variatie dus zien; karteer de neerslag als *verschijnsel*.

Op de pagina hierna staan vier figuren die bovenstaande verder verduidelijken. Het gaat om twee thema's; boven de neerslag en onder caravanbranden. In het geval van de neerslag is al duidelijk; die dient als choropleet in beeld te worden gebracht. De grenzen zijn hier middels isolijnen weergegeven, door interpolatietechnieken tot stand gebracht. De onderste twee figuren tonen de spreiding van brandstichtingen van caravans, per woonplaats. (De linker kaart is opnieuw de uitgangssituatie. Deze data is gesimuleerd, en komt - niet geheel toevallig - overeen met één-tiende van de neerslag. Dit doet echter niets af aan de discussie.)

Je zou nu zeggen dat voor de kaart met brandstichtingen exact hetzelfde geldt als bij de neerslag: maak een choropleet en die kaart zal dan wel beter zijn dan die stippenkaart / spreidingskaart. Niets is minder waar!

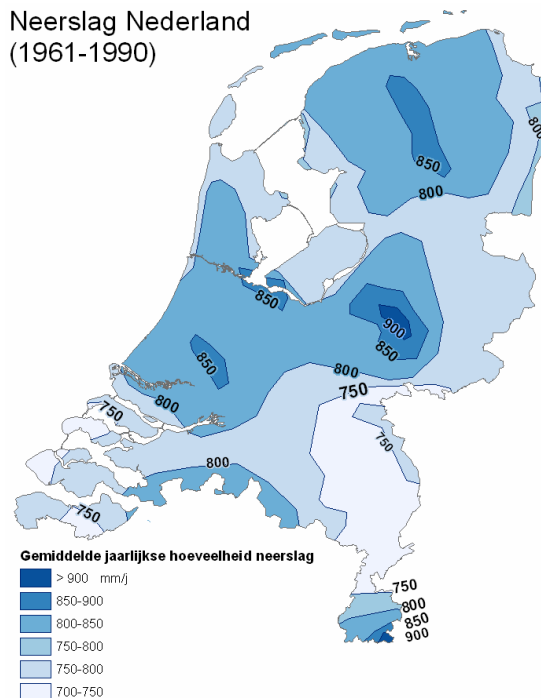
Bij de caravanbranden geldt: de linkerkaart is een goede, maar misschien lastig te lezen kaart. Er had een figuratieve kaart van gemaakt moeten worden. Daar staan dan ook weer rode bolletjes of staafdiagrammen op, maar de grootte is afhankelijk van het aantal branden. De tweede kaart is echter ronduit fout! Deze kaart had nooit gemaakt mogen worden! Het verschijnsel is het aantal branden op een bepaalde locatie. Dat verschijnsel is niet continu, maar de objecten hebben een locatie. **Het is een zogeheten discontinu verschijnsel** (Engels: discrete data). Die *objecten* hadden dus gekarteerd moeten worden. Dus als een figuratieve kaart, of middels een choropleet, waarbij het aantal branden per provincie (per 10.000 caravans, of per 100.000 mensen) wordt weergegeven. Zo'n kaart zou misschien nog iets toevoegen ook! Het is dan wel een andere kaart geworden, die een ander doel zal hebben.

**Neerslag Nederland
(1961-1990)**



Objecten in beeld: Meetlocaties met (gelabeld) de gemiddelde neerslag per jaar in mm. De data is niet fout, maar matig weergegeven.

**Neerslag Nederland
(1961-1990)**

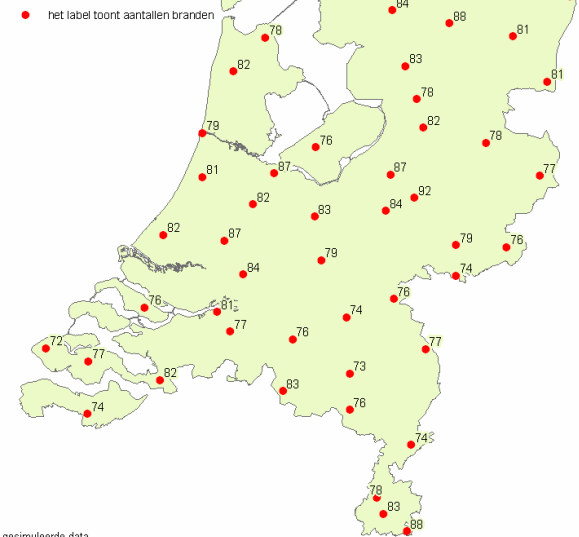


Het verschijnsel in beeld: de zelfde data als links, maar nu beter weergegeven. Door interpolatietechnieken is een neerslagkaart berekend. Isolijnen geven nu de overgangen weer. De data is goed weergegeven.

Caravan Brandmeldingen Nederland

toegeschreven aan pyromanen (totalen per getroffen plaats van 2000-2005)

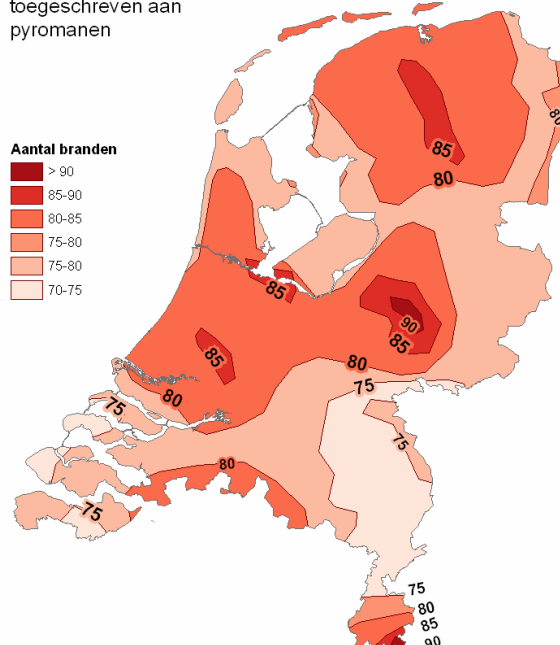
Plaatsen met caravan branden



objecten in beeld: Plaatsen die geteisterd worden door pyromanen, met (gelabeld) het aantal caravans dat daarbij betrokken is. De data is redelijk weergegeven. (Gesimuleerde data).

Caravan Brandmeldingen Nederland

toegeschreven aan pyromanen




Zelfde data, met isolijnen weergegeven. Het verschijnsel (de objecten) is achter geen continu verschijnsel, maar wordt toch als een continu verschijnsel weergegeven. Door interpolatietechnieken is deze kaart berekend op basis van de aantallen uit de linker kaart. De data is slecht (fout) weergegeven! (Gesimuleerde data).

Nu is er echter een isolijnen kaart van gemaakt (rechts in beeld) met dezelfde interpolatietechnieken als bij de neerslagkaart. Dit suggereert dat er tussenliggende dorpen zijn waar eenzelfde hoeveelheid branden is geweest... Dat kan nooit de bedoeling zijn geweest van de kaartenmaker en het is al helemaal niet waar. De waarde die je afleest op een (goede) choropleet op een bepaalde plek, geldt ook op die plek!

Blijkbaar is het vaak mogelijk om uit de acht beschikbare thematische kaartsoorten (zie deel A) enkele kaarten te genereren die mooi ogen; het is echter niet altijd ook de juiste keuze.



*Nog een voorbeeld van een continu verschijnsel: **de kleur van de haren van Europeanen**. Hoe donkerder de kleur op de kaart, hoe donkerder de haarkleur van de gemiddelde Europeaan op die locatie. Het fenomeen (de haarkleur) is niet afhankelijk van de grenzen van een land en dient dus met isolijnen (en niet met verschillend ingekleurde landen) te worden beschreven. Merk op dat hier de een legenda ontbreekt. Op de internet versie wordt deze – in de beschrijving – weldegelijk genoemd. Het ontbreken van de legenda stoort niet!*

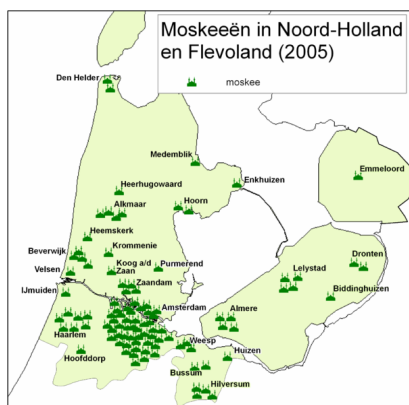
 **SAMENVATTING:** Karter het verschijnsel, of het individuele object. Is het een continu verschijnsel - een verschijnsel dat overal in meer of mindere mate voorkomt - dat is dit als een choropleet of iso-lijnenkaart weer te geven. Geef aantallen ongelukken op snelwegen weer op snelwegen. Geef meetwaarden die gelden op bepaalde locaties niet als staafdiagrammen weer, of als figuratieve symbolen, als het om een continu verschijnsel gaat.

11. Individuele objecten of geaggregeerde objecten

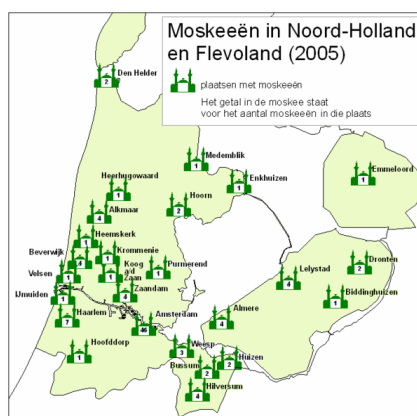
Bekijk de eerste van de drie onderstaande figuren eens. Het toont de spreiding van alle (locaties van) moskeeën. Het is een zogenaamde stippenkaart. De kaart is niet fout, maar wellicht onoverzichtelijk. Het aantal moskeeën in Amsterdam is niet makkelijk af te lezen. En zou het aantal objecten nóg iets groter zijn, dan zou het niet meer duidelijk zijn bij welke plaats welke moskee hoort. Moskeeën zouden op de kaart over elkaar geplaatst moeten worden, of er zou voor een simpeler symbool (een rondje) gekozen moeten worden. De kaart wordt er niet aantrekkelijker op. Wat ook jammer is: de exacte positie van de moskee *lijkt* in beeld te zijn gebracht; echter, in feite staan ze allen veel dichter bij elkaar, dicht bij het centrum. De cartograaf dient hier een oplossing voor te vinden.

Bij het weergeven van objecten kan er gelukkig gekozen worden dit geaggregeerd te doen. Bijvoorbeeld wanneer het aantal objecten (voor sommige gebieden) wel erg groot wordt, of simpelweg omdat de exacte locatie niet bekend is of er niet toe doet.

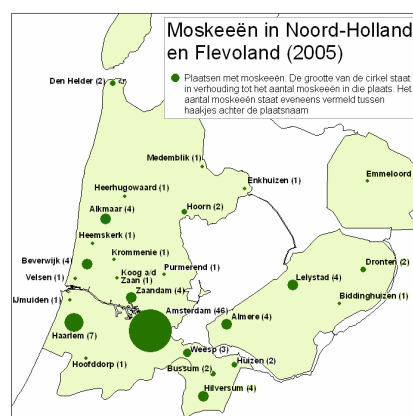
In plaats van de individuele objecten (moskeeën) kunnen de objecten geaggregeerd worden, zoals in de twee rechter figuren.



Moskeeën in Noord-Holland en Flevoland (individuele objecten)



Moskeeën in Noord-Holland en Flevoland (geaggregeerde objecten)





Moskeeën in Noord-Holland en Flevoland (met proportionele symbolen)

Op de middelste kaart lijkt het platteland (het noorden) van Noord-Holland, maar ook de streek ten westen van Amsterdam zeer vol te staan met moskeeën. Op de meest rechter kaart is het juist Amsterdam die de aandacht (terecht) trekt, iets dat op de middelste kaart helemaal niet (onmiddellijk) duidelijk wordt. Hoe zit dit precies? Laten we daarom deze twee (rechter) kaarten eens vergelijken.

- **De middelste figuur** toont een kaart waarbij sprake is van **geaggregeerde objecten**. In één plaats staan één of meer objecten (moskeeën). Het aantal moskeeën is op de kaart middels een label weergegeven per plaats. Het symbool geeft visueel niet het (aantal) objecten (moskeeën) weer, maar plaatsen waar één of meer moskeeën voorkomen. Het plaatje oogt zeer aantrekkelijk. De labeling en het symbool (géén punt of vierkant, maar een moskee!) zijn creatief geplaatst. Er is echter één nadeel van dit figuur. Plaatsen met één moskee komen visueel net zo duidelijk naar voren als plaatsen met 4, 7 of 46 moskeeën. De werkelijke spreiding van het aantal moskeeën wordt daardoor niet duidelijk. Een dergelijke kaart kan dus *niet* (eerlijk) gebruikt worden om de spreiding van het verschijnsel in kaart te brengen. Slechts in het geval dat iemand bijvoorbeeld wil weten welke gemeentes überhaupt minimaal één moskee hebben, en waarvan het gemeentebestuur een brief moet ontvangen over nieuw beleid van omwonenden bij een moskee, is het relevant. Al had die persoon misschien nog wel meer aan een eenvoudig lijstje met gemeentes gehad! Zou de meest linker figuur dan toch het best haalbare zijn? Nee. Het is beter om de problemen bij de linker en middelste kaart te vermijden, door voor proportionele symbolen te kiezen; de rechter figuur...

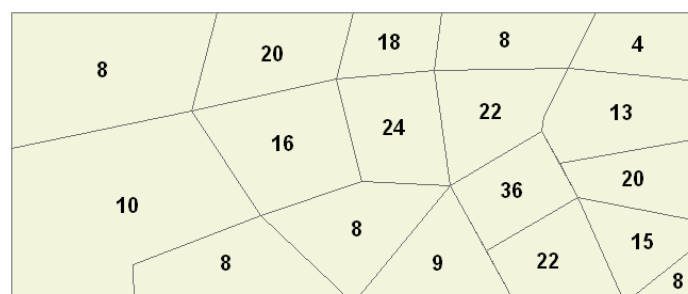
- **De rechter figuur** toont een kaart waarbij de objecten nog steeds zijn geaggregeerd, maar het aantal **individuele objecten** zijn toch gevisualiseerd. Daardoor wordt nu wél een juist beeld verkregen van de spreiding. Ook al is de individuele locatie van de objecten (bijvoorbeeld van alle moskeeën in Amsterdam) niet bekend. De derde figuur is dus waarschijnlijk het beste. Het platteland staat 'visueel gezien' - maar ook in werkelijkheid - helemaal niet zo vol met moskeeën. Misschien zou er nog wel gekozen kunnen worden om het aantal moskeeën (de labels) niet weer te geven, of direct in of naast de groene cirkels.

 **TIP:** Er had bij de rechter kaart in plaats van abstracte, geometrische symbolen (hier: cirkels) ook gekozen kunnen worden voor figuratieve symbolen. Nadeel is dat bij het proportioneel weergeven van figuratieve symbolen de verhoudingen hiervan vaak niet zo goed worden geïnterpreteerd door de kaartlezer. Ook ontstaat soms een wat onrustig kaartbeeld. In grootte variërende abstracte, geometrische symbolen worden onderling beter ingeschat en verdienen dus meestal de voorkeur.

 **SAMENVATTING:** Afhankelijk van de boodschap van de kaart, kunnen geaggregeerde (=tot één object of symbool samengevoegde) objecten vaker beter met proportionele abstracte (geometrische) symbolen, in kaart gebracht worden. Dat is dus een figuratieve kaart. Het is een oplossing om stippenkaarten die een te grote spreiding in de dichtheden hebben beter af te beelden. Afhankelijk van de wijze van representatie die de kaartmaker kiest, kunnen twee totaal verschillende kaarten ontstaan, die een totaal verschillend beeld van de spreiding van het object weergeven.

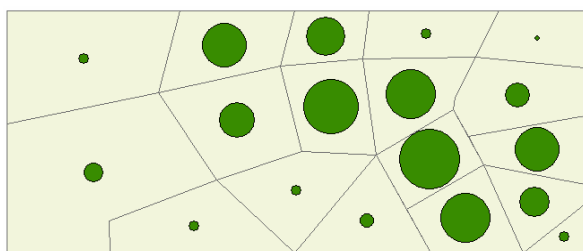
12. Het weergeven van geaggregeerde gegevens

Geaggregeerde gegevens zijn - we zagen het in de paragrafen hiervoor - gegevens die alleen opgeteld per gebied bekend zijn en dus ook opgeteld per gebied dienen te worden weergegeven. We weten immers niet (meer) waar die ongelukken, binnen dat gebied, exact hebben plaatsgevonden. Denk aan het aantal ongelukken per wijk. Hoe kan je dergelijke geaggregeerde gegevens nu het beste weergeven? Laten we uitgaan van de volgende voorbeeldgegevens:

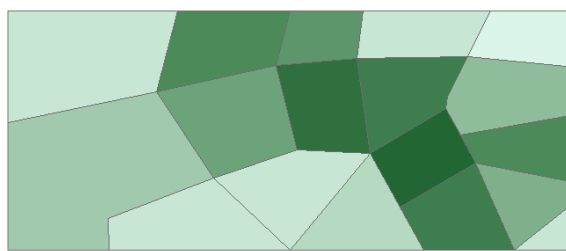


De uitgangswaarden voor de vier kaarten hierna.

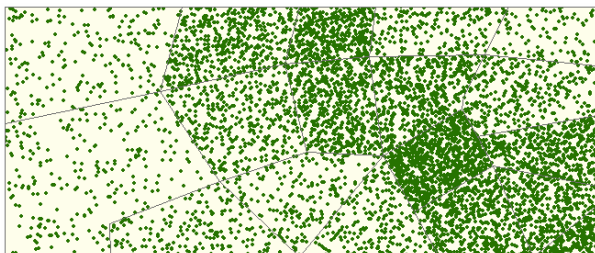
Deze gegevens kunnen in theorie op de volgende vier verschillende wijzen kunnen worden getoond:



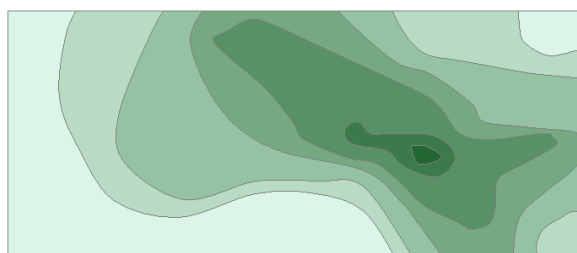
1) met een *figuratieve kaart*



2) met een *choropleet*



3) met een *stippenkaart*



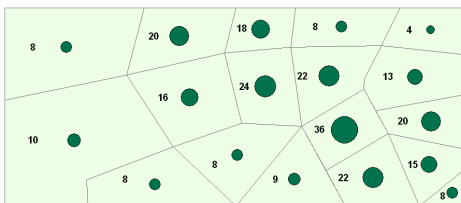
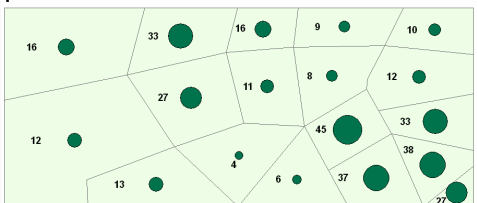
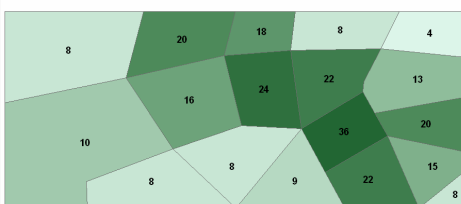
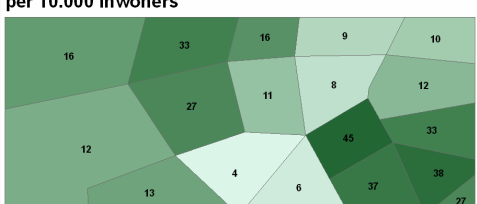
4) met een *isolijnenkaart*

Echter, in de praktijk kunnen deze vier soorten kaarten niet dezelfde situatie visualiseren; de vier kaarten geven echt een verschillende indruk bij de kaartlezer over het fenomeen dat in kaart wordt gebracht:

	<p>1) Met een figuratieve kaart. Deze optie is wellicht het meest voor de hand liggend. De kaart brengt vooral de regionale verschillen goed tot uiting. Aan de andere kant is niet meer te zien dat er binnen elke regio een bepaalde verspreiding of clustering van toepassing zou zijn. De kaart doet bij de kaartlezer echter vermoeden - al of niet terecht, dat moet de maker van de kaart vooraf inschatten! - dat er per gebied maar één waarde is. De kaartlezer zal zich wellicht niet realiseren dat deze waarde een gemiddelde is. Hopelijk zijn de gebiedsgrenzen goed gekozen!</p>
	<p>2) Met een choropleet. Deze optie wordt ook veel toegepast. Ook bij deze optie worden de verschillen op regionaal gebied - tussen de geaggregeerde gebieden - weergegeven. De waarden dienen 'genormaliseerd' te zijn, dat wil zeggen, afhankelijk gemaakt van de oppervlakte van het gebied, althans, wanneer de geaggregeerde waarde per gebied om een optelsom is. De kaart doet vermoeden dat de spreiding van het fenomeen iets met de buitengrens van de vlakken te maken moeten hebben. Dat is bijvoorbeeld juist wanneer het om criminaliteitscijfers gaat, opgeteld per wijk, en men weet inmiddels zeker dat deze binnen één wijk niet sterk variëren, bijvoorbeeld omdat de wijken erg klein zijn gedefinieerd en gelijktijdig die wijken zeer homogeen verdeeld zijn. Maar het blijft een gevaarlijke manier van visualiseren. Doe dit alleen wanneer de gebieden klein genoeg zijn, het fenomeen homogeen verdeeld is binnen de individuele vlakken, of wanneer <i>alleen</i> per gebied (beleids-) beslissingen genomen moeten worden. Bevolkingsdichtheden op deze wijze weergegeven kan zeer juist zijn, op het moment dat je weet dat de wijkindeling is afgestemd op een bepaalde dichtheid van woningen; de bevolkingsdichtheid in de aangrenzende wijk - 'aan de andere kant van de ringweg' - is dan inderdaad plotseling heel anders. De gebiedsindeling is blijkbaar afgestemd op het fenomeen; binnen de getoonde (geaggregeerde) is het fenomeen homogeen verdeeld.</p>

	<p>3) Met een stippenkaart. Indien de punten werkelijk de locaties zijn van de individuele gebeurtenissen of objecten, dan is dit de meest gedetailleerde weergave. Maar daardoor niet per se de beste weergave; soms is een figuratieve kaart - immers een 'samenvatting van een stippenkaart' - eenvoudiger en leesbaarder dan de stippenkaart. In <i>dit</i> voorbeeld is de eerder geaggregeerde waarde per vlak door een GIS kunstmatig omgezet in een puntenkaart. De stippen staan dus zodanig random geplaatst dat niet de locatie daarvan met de werkelijkheid overeenkomt. De stippen geven wel de gemiddelde dichtheid van al die punten per vlak goed weer. Visueel kan dit zeer aantrekkelijk en helder zijn, al zou het tot onjuiste conclusies kunnen leiden wanneer de data niet homogeen is verdeeld, maar heterogeen (zie bij isolijnenkaart).</p>
	<p>4) Met een isolijnenkaart. Isolijnen suggereren dat het fenomeen overall aanwezig is als continu verschijnsel, en bovendien zich onafhankelijk manifesteert van de gebiedsgrenzen. Daar moet je als kaartmaker dan wel enige weet van hebben (zie twee paragrafen hiervoor, bij 'Het verschil tussen objecten en verschijnselen'). Bevolkingsdichtheden op deze wijze weergegeven kan zeer juist zijn, op het moment dat je weet dat de gebiedsindeling (regio's op provincies) erg arbitrair is, en dat de bevolking vooral woont langs bepaalde rivieren, in dalen en in de grote bevolkingscentra in het midden van de kaart. De gebiedsindeling is blijkbaar niet afgestemd op de bevolking; binnen de getoonde (geaggregeerde) is de bevolkingsdichtheid heterogeen verdeeld.</p>

Een ander - fictief - voorbeeld laat mogelijk de noodzaak tot normaliseren zien wanneer we voor een choropleet of figuratieve kaart zouden willen kiezen. Het is een kaart van een aantal gemeenten in de Zumbeispiel-regio. Het aantal sterfgevallen aan Aids over de periode van 1980 tot 2000 is hier vier keer weergegeven. Links zijn in beide kaarten de absolute aantallen weergegeven, rechts zijn in beide kaarten de aantallen per 10.000 inwoners weergegeven.

Sterfgevallen Aids, weergegeven met...	absolute aantallen:	relatieve aantallen:
een figuratieve kaart:	<p style="text-align: center;">Aantal sterfgevallen aan Aids per gemeente 1980-2000</p> 	<p style="text-align: center;">Aantal sterfgevallen aan Aids per gemeente 1980-2000 per 10.000 inwoners</p> 
een choropleet:	<p style="text-align: center;">Aantal sterfgevallen aan Aids per gemeente 1980-2000</p> 	<p style="text-align: center;">Aantal sterfgevallen aan Aids per gemeente 1980-2000 per 10.000 inwoners</p> 

Duidelijk is dat de linker twee kaarten een geheel ander beeld geven van de spreiding van het fenomeen (het thema sterfgevallen aan Aids) dan de twee rechter kaarten. Het zijn twee andere kaartsoorten, echter, de spreiding die ze laten zien is hetzelfde. De twee linker figuren laten de absolute aantallen zien. Dat lijkt heel objectief, maar het blijkt gelijktijdig een erg 'klinische kaart'. Aangezien er in grote steden meer mensen wonen, zullen daar ook meer sterfgevallen te verwachten zijn. Wil je eerlijk zien in welke steden of in welke plattelandsgemeenten relatief nu veel Aids slachtoffers vallen, dan zal je eerder kiezen voor de twee rechter kaarten. De gebieden die in de linker


twee kaarten donker hoge waarden kennen, donker gekleurd worden en daardoor extra aandacht krijgen in de linker figuur, zijn heel andere gebieden dan die in de rechter figuur. Terwijl het schijnbaar om dezelfde data ging! Ook gebieden die 'goed' scores (lage aantallen sterfgevallen) zijn in de linker figuur elders te vinden dan in de rechter figuur.

Zijn dan de twee rechter figuren altijd de beste keus? Nee. Wanneer een hulpverlener gespecialiseerd in begeleiding van (familie van) Aidsslachtoffers, dan is de linker kaart beter; hij ziet in welke gebieden zijn aandacht vooral wel naar uit moet gaan. Een onderzoeker, subsidieverstrekker, beleidsbepaler of arts die wil weten waarom er in het ene gebied meer slachtoffers vallen zal echter aan de twee rechter figuren meer hebben. Hij ziet dat bepaalde plattelandsgemeentes onderling verschillend zijn; ook al zijn er evenveel inwoners, de ene gemeente is wellicht niet bekend met het bergip veilig vrijen. Misschien moeten juist die gemeentes meer aandacht krijgen in de voorlichting.

Of data genormaliseerd moet worden (hier: weergegeven moet worden per 10.000 inwoners), hangt met name van het doel van de te maken kaart af.

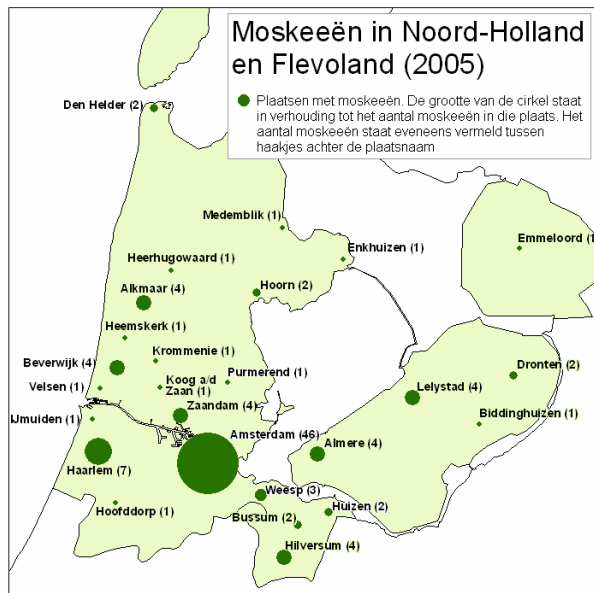
Intermezzo: Normaliseren per oppervlak of normaliseren per aantal inwoners

Je moet **normaliseren per oppervlak** wanneer het om een fysiek aantal objecten in een gebied gaat, wanneer dat onafhankelijk is van het aantal inwoners. Denk aan het aantal gesignaleerde dassen of zeearenden per provincie. Wanneer het echter gaat om aantallen objecten of gebeurtenissen die afhankelijk zijn van het aantal inwoners, dan zal je het aantal moeten delen door de inwoners. Je bent dan aan het **normaliseren per aantal inwoners**. Denk aan het aantal cafés per stad. Wanneer je wilt ontdekken dat er in Utrecht en Groningen *relatief* wel erg veel cafe's zijn, dan zal een kaartje van het aantal cafés in Nederland (per stad) je niet veel helpen. Amsterdam, Rotterdam, Heerlen en alle andere grote steden komen misschien nog wel hoger uit dan Groningen en Utrecht. Ga je het aantal cafés delen door het aantal inwoners, dan komt er een (klein) getal uit dat een maat is voor hoeveel mensen 'één café moeten delen'. Je kan overigens op nog veel andere data normaliseren dan alleen oppervlak en aantal inwoners. Deze laatste twee zijn echter wel de gebruikelijkste twee bij het maken van kaarten..

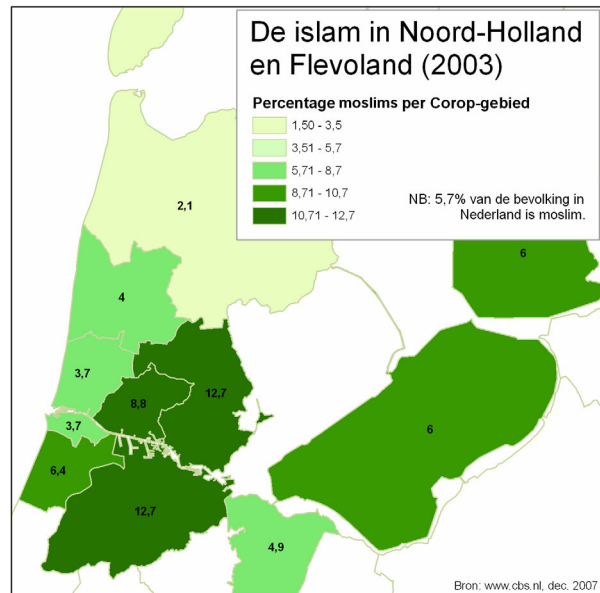
 **SAMENVATTING:** Er zijn verscheidene methoden om gegevens te visualiseren indien het om geaggregeerde data gaat. Het kan met figuratieve kaarten, choropleten, stippenkaarten en isolijnenkaarten. Ze kunnen echter in de praktijk niet zonder door elkaar worden gebruikt. De ene situatie kan beter met een choropleet worden weergegeven, de andere met een isolijnenkaart, de volgende juist weer niet, enzovoorts. Dit hangt van het te karteren fenomeen af; is het homogeen of heterogeen verdeeld over de geaggregeerde gebieden. Normaliseren kan per oppervlak en per inwoner. Of data genormaliseerd *moet* worden, hangt onder andere van het doel van de te maken kaart af.

13. Het juiste verschijnsel karteren

Het is belangrijk om het juiste verschijnsel te karteren bij een bepaald onderwerp. Gaat het in een artikel om de verspreiding van de islam in Nederland, dan lijkt het misschien logisch om de kaart van de moskeeën in het bovenstaande voorbeeld er bij te nemen. Bedenk echter wat je exact wil karteren. Het aantal moskeeën zegt niets over hoe groot die moskeeën zijn, hoe goed ze bezocht worden en of er steden zijn waar de moslims nog niet naar een moskee gaan omdat ze hun geloof in kleinere groepen in (openbare) gebouwen belijden.



Moskeeën in Noord-Holland en Flevoland
(objecten zijn weergegeven)



De islam in Noord-Holland en Flevoland (een verschijnsel is weergegeven)

Het kennen van het thema *alléén* (hier: de verspreiding van de islam) is niet voldoende. Bedenk dus wat exact geïllustreerd moet worden. Welke vragen dient de kaart te beantwoorden? Bedenk ook of het om wijken, gemeentes, COROP-gebieden of provincies gaat. (COROP-gebieden zijn bij elkaar behorende gemeentes met min of meer dezelfde sociaal-economische kenmerken Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) houdt veel gegevens bij, maar doet dat niet altijd op gemeentelijk niveau, enkel op COROP-gebieden niveau). Vraag jezelf ook af, als de kaart eenmaal gereed is, wélke vragen die kaart weer oproept. In het voorbeeld van de moskeeën was één van de reacties: 'Hé, maar het aantal moskeeën zegt helemaal niets over of er 'op het platteland' wel of geen moslims zijn, maar de kaart *lijkt* dit wel te bevestigen'. Misschien is het dan zinvol de kaart te laten vergezellen met een tweede kaart (zie de twee figuren hieronder). Ze lijken over dezelfde spreiding te gaan, maar niets is minder waar. Misschien had de eerste kaart helemaal niet gemaakt hoeven te worden, en zegt de tweede kaart veel meer over de spreiding van de islam. En de tweede kaart suggereert niet dat het een lokaal, stedelijk of geconcentreerd verschijnsel is. Dat komt omdat de tweede kaart het percentage moslims per gebied (vlakken) laat zien. Feitelijk is dat correcter. Zouden deze percentages weer naar aantallen moslims worden omgezet. Dan zou het aantal moslims per COROP-gebieden met proportionele symbolen weergegeven kunnen worden. Dat geeft echter weer een heel ander soort beeld...

Nog een voorbeeld: gaat het om de groei van de industrie in een bepaald gebied, karteer dan de groei van de industrie, door de groeipercentages per gemeente weer te geven, of door de uitbreiding van de industriegebieden tussen 1990 en 2007 weer te geven. Een kaart van de industriegebieden is onvoldoende.

TIP: Plaats bij een artikel of betoog niet zomaar het eerste 'relevante' kaartje dat je over dat onderwerp hebt of snel kan maken.

SAMENVATTING: Zorg dat je kaart de antwoorden geeft die het moet geven. Een redelijk relevante kaart over het onderwerp of het thema, kan meer vragen oproepen dan beantwoorden. Kies wat je wilt illustreren exact uit. Bijvoorbeeld: Gaat het om de spreiding van de islam, karteer dat dan, en niet het aantal moskeeën.

14. Referenties

1. Kartografie, ontwerp, produktie en gebruik van Kaarten; Ormeling en Kraak, 1987, blz 59.
2. Tekening is op basis van terminologie en indelingen volgens 'GIS for the Urban Environment; J. Maantay en J. Ziegler, 2006, pag 34', 'Kartografie, ontwerp, produktie en gebruik van Kaarten; Ormeling en Kraak, 1987, pag 59-67', Cartography, Visualisation of Spatial Data, M.J. Kraak en F.J. Ormeling, 2003, 2e editie en 'Making Maps, A visual guide to Map Design for GIS, J. Kryger en D. Wood, 2005, pag 162-167'.
3. Jacques Bertin, 'Zien of lezen' (Voir ou lire) in een vertaling van René van der Schans. Bijlage bij 'Geodesia 1999-3', Uitgegeven door Stichting Geodesia.
4. *Diagram en Kaart, als geografische hulpmiddelen* C.I. Wieland, 1980. Dit werk lijkt overigens verouderd, echter is nog steeds zeer compleet en leesbaar, zeker wanneer het om kartogrammen gaat.

Ga naar de opdrachten en vragen over deze module 'Geo-visualisatie'.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

Deel B: Classificatie



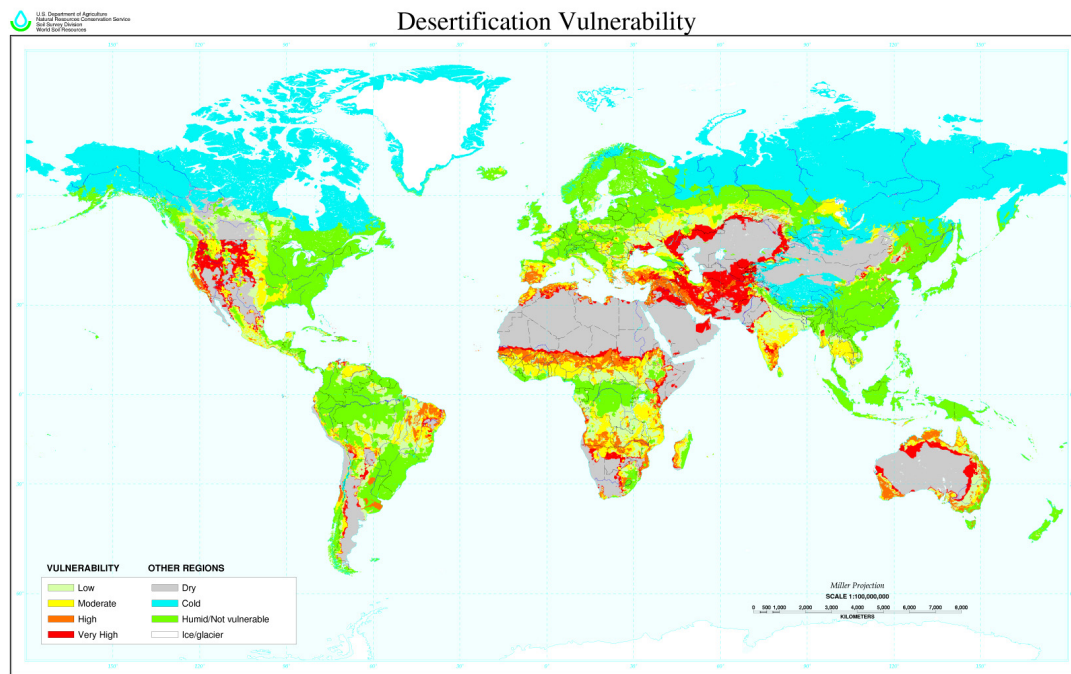
Doelstellingen van deze module 'Classificatie'

Deze module gaat over de belangrijkste aspecten die spelen bij het classificeren van data, oftewel het omzetten van 'ruwe data' in een informatieve kaart, met een zinvolle legenda. Na het lezen kent de lezer verschillende classificatiemethoden, verschillende meetschalen en weet hij hoe deze om te zetten in de juiste legenda's.

- 1 Inleiding
- 2 Meetschalen
- 3 Kleurenschema's
- 4 De visuele indruk van een kleurenschema
- 5 Samengestelde kaarten en gecombineerde legenda's
- 6 Het classificeren
- 7 Klassegrenzen bepalen
- 8 Het aantal klassen
- 9 Lessen uit het classificeren
- 10 Proportionele symbolen / Legenda's bij figuratieve kaarten
- 11 Referenties

1. Inleiding

Voordat je data ten behoeve van een kaart mooie legendakleuren kan geven, moet je deze data eerst classificeren. Daarbij moet je kennis hebben van de meetschaal waarmee deze data is ingedeeld.



Een voorbeeld van een classificatie en een gekozen kleurenschema. Hier zijn gebieden geclassificeerd op de kans op verwoestijning. Hoe groter de kans op verwoestijning, hoe roder de kleur.




Deze module beschrijft classificatiemethoden, waarbij met name de geo-visualisatie van *thematische* kaarten aan de orde komt.

Dit wordt met name geïllustreerd met één voorbeeld; het besteedbaar inkomen. Een kaart hiervan komt steeds weer in een ander gedaante tevoorschijn, zonder dat de data wijzigt. Daardoor komt het brede scala aan mogelijkheden aan de orde waar een GIS-specialist over beschikt. Duidelijk zal worden dat er écht steeds iets anders getoond wordt, waarbij elke kaart mogelijk voor een ander doel geschikt is.

Achtereenvolgens komen aan de orde:

- meetschalen: hoe de brondata - oftewel de 'ruwe data' die in een kaart zal moeten worden omgezet - is ingewonnen;
- classificatiemethoden (classificatie is nodig als data nog niet geclassificeerd is, zoals dit het geval zal blijken bij nominale en ordinale meetschalen);
- kleurschema's ten behoeve van de legenda: hoe de verschillende kleurschema's in welke gevallen in te zetten;
- aanvullende technieken om de scherpe kantjes / nadelen van gekozen classificaties en meetschalen te verbeteren.

Met name thematische kartering via choropleten en chrochromatische kaarten komen aan de orde. Symbologie in zijn algemeenheid komt in de module hierna aan de orde.

soort	meet-schaal	eigen-schappen	definitie	voorbeelden	visualisatie / kleurenschema's
			Het betreft altijd chorochromatische kaarten .		
kwantitatief 	ordina- nale	kenmerkend, volgorde	meetschaal waarbij sprake is van een ordening. Bij een ordinale schaal is de volgorde duidelijk, maar zijn de verschillen niet interpreteerbaar. Vervuilingsgraad 4 is erger dan 3, en vervuilingsgraad 3 is erger dan vervuilingsgraad 2, maar van vervuilingsgraad 3 naar 4 is niet net zo'n grote stap als van vervuilingsgraad 2 naar 3. Het gaat hier om een choropleet .	vervuilingsklasse, grondwatertrappen, opeenvolgende geluidsniveaus: 1, 2, 3 en 4 of steeds strenger wordende beveiligingsniveau's	Gebruik een volgordelijk kleurenschema ; dat zijn kleurenschema's waarbij één kleur langzaam van licht of niet verzadigd naar donker of wel verzadigd oplopen. Dus van lichtrood naar donkerrood. Soms wordt een tweede ondersteunende kleur gebruikt, bijvoorbeeld van geel, via oranje naar lichtrood en donkerrood. Aangezien er géén nulpunt is, mag hier géén wit gebruikt worden. Er kan eventueel ook van een divergerende schaal gebruik gemaakt worden, zie onder 'ratio'.
kwantitatief 	interval	kenmerkend, volgorde, verhoudingen	meetschaal waarbij altijd sprake is van getallen en de verschillen onderling vergelijkbaar zijn. Het nulpunt heeft hier géén specifieke betekenis. Het gaat hier om een choropleet .	temperatuur; 10°C, 20.2°C, 33,2°C, enz. 20 graden is niet twee keer zo warm als 10 graden; blijkbaar heeft het nulpunt inderdaad géén betekenis!	Gebruik een volgordelijk kleurenschema ; zie hierboven, bij ordinale. Er kan eventueel ook van een divergerende schaal gebruik gemaakt worden, zie onder 'ratio'. Ook hier geldt dat voor de laagste klasse geen kleur wit voor mag worden gebruikt, omdat dit met nul (geen waarde) wordt geassocieerd.
kwantitatief 	ratio	kenmerkend, volgorde, verhoudingen, nulpunt	meetschaal waarbij eveneens sprake is van een nulpunt. Verhoudingen hebben een betekenis. Dus: 1000 mm neerslag is twee maal zo nat als 500 mm neerslag. Het gaat hier om een choropleet .	neerslag (0mm, 10mm, 110mm, 153.2mm) of uitstoot van hoeveelheden fijnstof bij een weg, gemiddeld inkomen per land per hoofd van de bevolking.	Hetzelfde kleurenschema als bij interval kan gebruikt worden; een volgordelijk kleurenschema . Echter, hier kan wel sprake zijn van witte kleuren bij nulwaarden. Is er sprake van positieve en negatieve waarden, of is er sprake van onder en boven de 100%, dan kan van een divergerend kleurenschema gebruik gemaakt worden. Het midden kent hierbij een min of meer neutrale kleur, naar beneden en boven lopen de kleuren langzaam op naar twee tegenovergestelde kleuren (laatste voorbeeld geheel rechts).

Over de tabel:

- De voorbeeld kleurenschema's tonen uiteraard een beperkt deel van alle mogelijkheden. Waar een in rood opklimmende schaal is genoemd, kan ook een blauwe of groene schaal gekozen worden. Die kleur is dan meestal afgestemd op het thema. Zie ook 'Kleurgebruik en kleurassociaties' in de module 'Symbologie'. Ook geldt dat het aantal legenda eenheden (hier steeds 5) uiteraard ook kan afwijken. Een goed GIS-pakket komt, gegeven een door jou uitgekozen, logische kleur, meestal met een redelijk kleurenschema. Of die kleuren ook echt goed zijn hangt uiteraard ook weer af van de kleuren van de (overige) achtergrondthema's, zoals een extra laag met wegen of steden. Via de Colorbrewer (<http://www.personal.psu.edu/cab38/ColorBrewer/ColorBrewer.html>) op Internet kan je in een aantal stappen (die keurig worden uitgelegd) de ideale kleuren voor choropleten en chorochromatische kaarten bepalen. Nadat je op die site het 'ideale' kleurenpalet hebt bepaald en door jouw zijn getest op een imaginaire kaart, zijn de 'RGB'- en 'CMYK' waarden vervolgens af te lezen en te gebruiken voor je eigen kaarten. Ook krijg je op die site te zien voor welke situaties (laptop, beamer, papier, zwart-wit of juist kleur) het gekozen kleurenschema voldoet.
- Pas op met rode en groene kleuren, zeker bij de binaire en nominale schalen. Sommige kleuren hebben namelijk een (negatieve) associatie. Zie ook weer Kleurgebruik en kleurassociaties in deel C. Er is veel meer te schrijven en te weten over hoe kleurschema's in elkaar moeten zitten, in allerlei verschillende gevallen. Dit staat onder andere goed beschreven in de literatuurlijst van dit handboek; Designing Better Maps van C. Brewer is daarvan misschien wel het mooiste voorbeeld.

Een visualisatieschaal, met een aantal onderscheiden klassen in bepaalde kleuren is een wezenlijk ander begrip dan een meetschaal. Daar waar de data de objecten classificeert in de typen A, B, C, en D, kan de visualisatie A en B tot één klasse groeperen, en C en D in een tweede klasse groeperen. Een visualisatieschaal is zichtbaar voor de kaartlezer, een meetschaal (net zoals de eigenlijke data) is dat niet. Dit brengt een verantwoordelijkheid voor de kaartmaker met zich mee. Er mag niet zomaar een classificatie worden gekozen. Er moet enige kennis van de data aanwezig zijn. In de paragraaf hierna zal dit met een aantal voorbeelden over besteedbaar inkomen duidelijk worden.

Bij het visualiseren kunnen:




- onbekende waarden (gebieden die niet met de meetschaal zijn ingedeeld in een bepaalde categorie) dienen in ieder geval in een ten opzichte van het kleurenschema afwijkende kleur te krijgen. Bij voorkeur is dit grijs. Het is in ieder geval niet wit, omdat deze kleur meestal met nul of geen waarde wordt geassocieerd.
- de visualisatieschaal (nominaal, binair, ordinaal, interval, ratio) en het aantal klassen dat gebruikt wordt bij het visualiseren afwijken van dat van de meetschaal. Per definitie zal dat zo klein mogelijk moeten zijn, én afgestemd op het gebruik van de kaart. Pas dan is er niet meer sprake van data, maar informatie. Zorg voor maximaal 8 klassen, maar minder is meestal beter. In zeldzame - overwogen - situaties kunnen meer klassen ook nog leesbaar zijn. Bijvoorbeeld door het maken van groeperingen; drie soorten blauw, drie soorten groen, et cetera. Dit is zeker goed mogelijk indien die klassen niet random, maar logisch verspreid zijn over de kaart, zoals dat bij geologische kaarten vaak het geval is.
- alleen schalen gebruikt worden die gelijk of van een lagere intelligentie zijn ten opzichte van de meetschaal. Bijvoorbeeld: is een meetschaal ordinaal (grondwatertrappen), dan mag de laagste grondwatertrap bij het visualiseren géén witte, en de overige trappen een steeds verzadigendere rode tint krijgen; immers, een ordinale schaal kent géén nulpunt.
- maximaal zoveel categorieën worden gebruikt als dat er bij de inwinning op de daar gebruikte meetschaal zijn onderscheiden. Bij het meervoudig gebruik dient er dus afstemming te zijn tussen degene die de informatie inwint en degene die de informatie dient te visualiseren ten behoeve van de eindgebruikers.



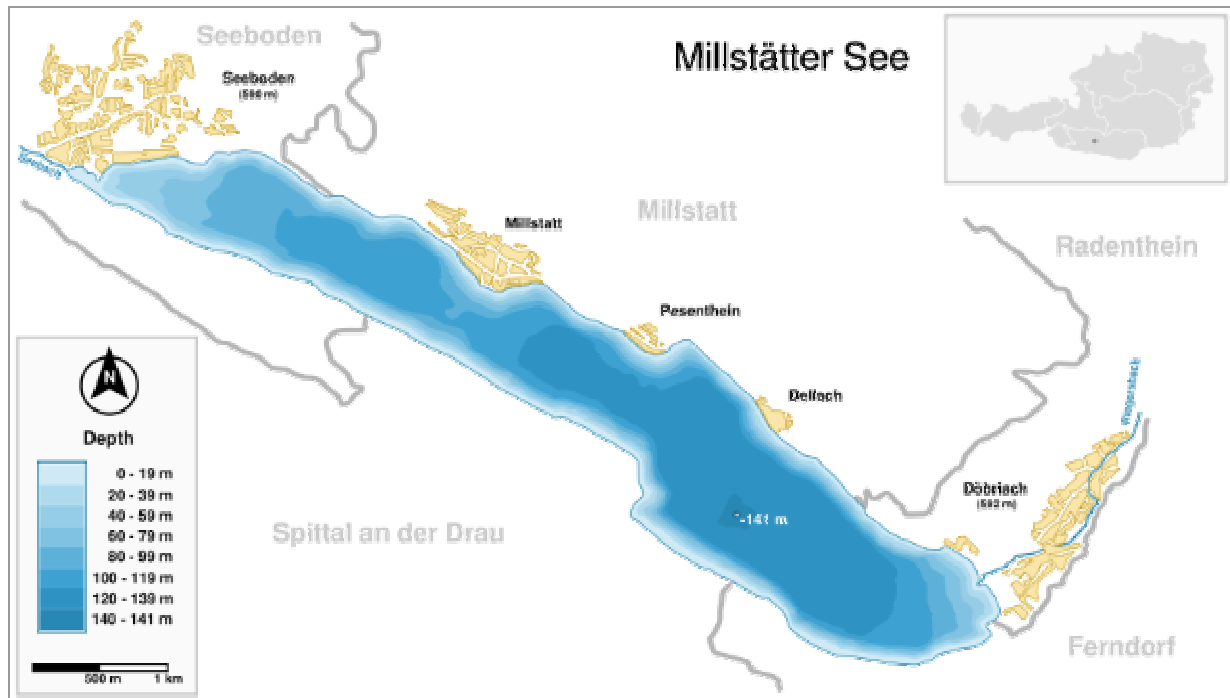
SAMENVATTING: Er zijn vier meetschalen te onderscheiden wanneer we datasets indelen. Dat zijn -in opklimmende intelligentie: nominale, ordinale, interval en ratio meetschaal. Een binaire meetschaal is een verbijzondering van een nominale meetschaal. Nominale en ordinale meetschalen beschrijven kwalitatieve datasets. Dat zijn datasets waarbij de verschillende klassen verschillende soorten voorstellen, waarbij de ene klasse niet meer of minder, maar 'anders' is. Interval en ratio meetschalen beschrijven daarentegen kwantitatieve (getalsmatige) datasets. Bij elke soort meetschaal hoort een andere soort visualisatieschaal, een ander kleurschema.

3. Kleurenschema's

Inmiddels zijn de **soorten kleurenschema's** al genoemd. Hieronder voor de volledigheid een overzicht voorbeelden:

soort kleurenschema en voorbeelden:	omschrijving	gebruik							
<p>kwalitatief kleurenschema (Engels: Qualitative color scheme)</p> 	<p>Een kwalitatief kleurenschema laat visueel geen kwantitatieve verschillen zien tussen de verschillende legenda-eenheden (klassen). Kleurverschillen worden alléén gebruikt om klassen onderling visueel te kunnen onderscheiden. De verschillende legenda-eenheden verschillen alleen qua kleur, niet qua lichtheid of verzadiging. Daardoor lijkt het ene vlak niet meer of beter dan het andere vlak.</p>	<p>Kwalitatieve schema's worden gebruikt voor het weergeven van nominale meetschalen (en dus ook binaire meetschalen). Dus niet-geordende verschillen, zoals gebieden met voornamelijk moslims of juist voornamelijk christenen.</p>							
<p>volgordelijk kleurenschema (Engels: sequential color scheme)</p> 	<p>Er is sprake van één tint (hue) of hoofdkleur. De lichtheid (Engels: lightness) van de kleur varieert echter: (Klassen met) lage waarden kennen de lichtste grijs tint (bv: lichtrood), (klassen met) hogere waarden kennen donkere grijs tinten (bv: donkerrood). De opeenvolgende kleuren in zo'n kleurenschema worden ook wel monochrome kleuren genoemd. Soms wordt een net iets andere kleurtint gebruikt voor de meest lichte en/of meest donkere klasse, om die extra duidelijk weer te geven. Zie de kleur geel, links)</p>	<p>Een sequentieel schema is geschikt voor het weergeven van geordende data, dus gegevens die zich minimaal op een ordinale schaal bevinden.</p>							
<p>divergerend kleurenschema (Engels: diverging color scheme)</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">10,0 - 20,8</td> <td>(boven landelijk gemiddelde)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">5,3 - 9,9</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">↑ landelijk gemiddelde (5,3) ↓</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #F5DEB3;">3,4 - 5,2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #D2691E;">2,2 - 3,3</td> <td>(onder landelijk gemiddelde)</td> </tr> </table>	10,0 - 20,8	(boven landelijk gemiddelde)	5,3 - 9,9	↑ landelijk gemiddelde (5,3) ↓	3,4 - 5,2	2,2 - 3,3	(onder landelijk gemiddelde)	<p>Een divergerend schema gaat uit van een bepaald midden (een gemiddelde, de modus, of een wettelijk bepaalde ondergens). Naar onder en naar boven toe loopt die uit naar de beide einden van de dataset. Soms is het midden zelf één klasse (bijvoorbeeld 95% tot 105%); die kleur is dan neutraal. Soms is het midden zelf een klassegrens (bijvoorbeeld 100%). De kleuren naar onder toe hebben één overeenkomstige tint, en lopen van licht (dicht bij het midden) naar donker (maximaal verwijderd van het midden). De klassegrenzen kunnen in percentages beschreven zijn, maar net zo goed op basis van de eenheden waarin de dataset gemeten is. In het eerste van de twee voorbeelden van dit kleurenschema wordt visueel een bepaalde tegenstelling in de data benadrukt. In het tweede voorbeeld is dat niet het geval, omdat er mengkleuren zijn gebruikt. Er wordt niet geoordeeld met de harde, omgemengde 'stoplichtkleuren' rood en groen.</p>	<p>Kan bij alle kwantitatieve meetschalen gebruikt worden, vooral bij de ratio en interval meetschaal. Bij de ordinale meetschaal zal dit alleen voorkomen als de meetschaal waarop gemeten is zelf al in zich een gemiddelde waarde kent.</p>
10,0 - 20,8	(boven landelijk gemiddelde)								
5,3 - 9,9	↑ landelijk gemiddelde (5,3) ↓								
3,4 - 5,2									
2,2 - 3,3	(onder landelijk gemiddelde)								

*) = Soms is het terecht tegenstellingen te benadrukken door contrasterende kleuren te kiezen (rood verus groen). Bijvoorbeeld als - bij de divergerende schaal - onder een armoedegrens of juist boven een armoedegrens uit komt. Of wanneer de politie of een assetmanager volgens het beleid zou moeten ingrijpen. Gaat het echter om het percentage van het aantal 70 plussers per gemeente, dan heeft ónder of boven een landelijk gemiddelde weinig te maken met goed of slecht. Je kiest dat wel twee goed onderscheidbare kleuren, maar geen tegengestelde kleuren.




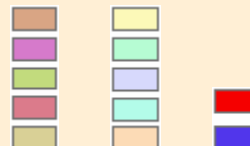
Een voorbeeld van een **volgordelijk kleurenschema** toegepast op vlakken (zie tekst)


- NB1: Kies in kwalitatieve kleurenschema's bij elkaar passende tinten; dus óf allemaal blauwachtige tinten, óf allemaal pastel tinten óf allemaal harde - min of meer - primaire kleuren, of allemaal mengkleuren. Meer over kleuren vind je in 'Kleuren' in de module 'Symbologie'.
- NB2: Het moge duidelijk zijn dat divergerende kleurenschema's en kwalitatieve kleurenschema's niet zonder meer naar een zwart-wit afbeelding kunnen worden omgezet. Dat geldt wél voor een volgordelijk kleurenschema zoals die voor kwantitatieve datasets wordt gebruikt.
- NB3: Divergerende kleurenschema's doen bij kwantitatieve data een uitspraak over 'goed-beter-best', in tegenstelling tot volgordelijke kleurenschema's. Divergerende kleurenschema's voegen door extra informatie een extra oordeel toe aan de data / klassegrenzen. Volgordelijke schema's doen dat niet en zijn daardoor objectiever, maar soms ook minder veelzeggend. Of je voor een divergerende of een volgordelijke kleurenschema kiest, hangt dus af van wat je wilt zeggen met de kaart.


Een voorbeeld van een meer in Oostenrijk (zie figuur hierboven) toont hoe strak kaartsoorten, datasets en kleurenschema's qua mogelijkheden aan elkaar gebonden zijn. Het betreft een isolijnen (diepte-lijnen) kaart. De isolijnen zélf zijn echter door het GIS-programma onzichtbaar gehouden. Doordat de tussenliggende vlakken met verschillende blauwtinten zijn ingekleurd, is een choropleet ontstaan. Verder gaat het om een kwantitatieve dataset (diepte), een volgordelijk kleurenschema en er is als classificatiemethode van het weergeven van de diepte gekozen voor een zogenaamde 'equal interval' classificatie. Over classificatiemethodes is twee paragrafen verder meer te lezen.


SAMENVATTING: Bij kwalitatieve meetschalen (nominaal, binair) horen kwalitatieve kleurenschema's. Bij kwantitatieve meetschalen (ordinaal, interval en ratio) horen volgordelijke of divergerende kleurenschema's. Kleurenschema's zoals die door een GIS standaard gegenereerd worden voldoen niet altijd. Handmatig moeten deze vaak worden gewijzigd. Dat kan zijn om meer onderscheid te creëren (door bijvoorbeeld meer verzadiging toe te passen), om bepaalde (negatieve) kleurassociaties te vermijden, of om enkele klassen een gezamenlijke, afwijkende kleurtint mee te geven. Bijvoorbeeld omdat deze klassen boven een landelijk gemiddelde of een politiek, ecologisch, commercieel of veiligheidstechnische gewenste norm liggen. Door een dergelijk kleine ingreep wordt data echt bruikbare informatie.


 **TIP1:** Maak je bij kwalitatieve datasets gebruik van harde, primaire kleuren, dan worden de vlakken vaak als tegengesteld ervaren (bijvoorbeeld links of rechts stemmend). Bekijk de eerste twee voorbeelden van de drie kleurenschema's hier rechts. Het eerste kleurenschema is met zijn pasteltinten lichter en minder verzadigd dan de donkere, verzadigdere tinten daarnaast. Maar in beide voorbeelden gaat het om zogenaamde mengkleuren. Dat zijn kleuren ontstaan door het mengen van de primaire kleuren. Maak je van dergelijke mengkleuren gebruik, dan worden de onderlinge vlakken minder snel als tegengesteld ervaren, maar eerder als anders (bijvoorbeeld gemeentes). In het derde voorbeeld zie je een kleurenschema met (twee) primaire kleuren; deze kleurenschema's zijn goed voor het visualiseren van gebieden met tegengestelde eigenschappen (denk aan NAVO versus communistische landen tijdens de Koude Oorlog).

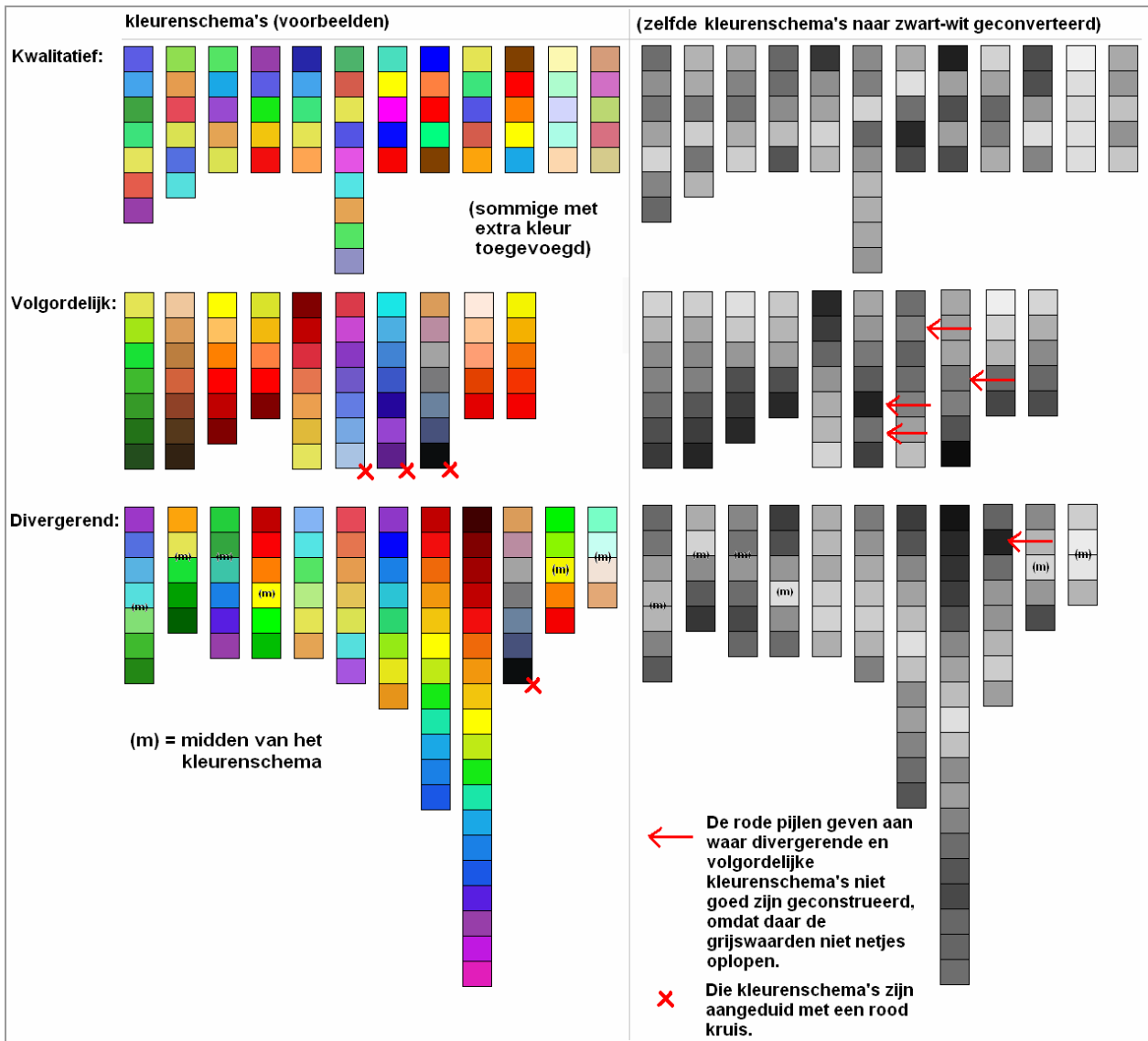


 **TIP2:** Kies bij (geheel) vlakvullende kleuren voor lichtere, minder verzadigde (pastel) kleurenschema's. Dat geeft een rustiger beeld. Bovendien zijn overige symbolen (zoals wegen) en teksten dan nog goed te zien. De kaart zal dan rustig ogen. Gaat het om niet (geheel) vlakvullende gebieden, lijnen of puntsymbolen, dan zijn uiteraard wel eerder donkerdere, verzadigdere (harde) kleurenschema's goed mogelijk; die kleinere vlakken, lijn- en puntsymbolen vallen immers met die donkerdere mengkleuren, of die primaire kleuren meer op.

 **TIP3:** Heb je aan bovenstaande links, aanwijzingen, je eigen GIS-pakket en je eigen inspiratie nog niet genoeg om zelf kleurenschema's te maken, gebruik onderstaande figuur met vele (ongesorteerde) voorbeelden. Bijvoorbeeld door de RGB-waarden er uit af te leiden met een simpel programma als Windows Paint, of met 'Pixie' (<http://www.nattyware.com/pixie.html>). Hiermee kan je kleuren kopiëren van één pixel op een afbeelding naar het klembord met de juiste HSV/RGB/CMYK-kleurencodes. Het is gratis te downloaden software.

 **TIP4:** Pas op met divergerende kleurenschema's. Deze kennen vaak een lichte, neutrale kleur in het midden - bij de gemiddelde waarden - maar worden donkerder naar beide kanten toe. Bijvoorbeeld steeds groener voor gebieden met een relatief steeds jongere bevolking, en steeds bruiner voor gebieden met een steeds oudere bevolking. Een dergelijke kleurenschema is op je scherm fantastisch, maar de krant waar jij voor werkt levert een totaal onleesbare kaart af, wanneer deze in zwart-wit wordt getoond (zie ook figuur op de volgende pagina). Zeker wanneer er ook nog grijs is gebruikt voor gebieden met een 'onbekende' waarde. De hele figuur bestaat uit grijstinten. Ook het maken van zwart-wit kopiën zal niet goed gaan. De fout is vaak te zien in landelijke kranten. Conclusie: vraag de uitgever / opdrachtgever of je in kleur mag werken, en houd hem er ook aan.

 **TIP5:** In het onderdeel Vragen en opdrachten is onder andere deze vraag gewijd aan divergerende meetschalen: Wereldkaart Bruto Binnenlands Product. Hier zijn met name bij de Antwoorden (onder het kopje Antwoorden bij 'Wereldkaart Bruto Binnenlands Product') enkele voorbeelden te zien hoe het wel en hoe het liever niet moet.



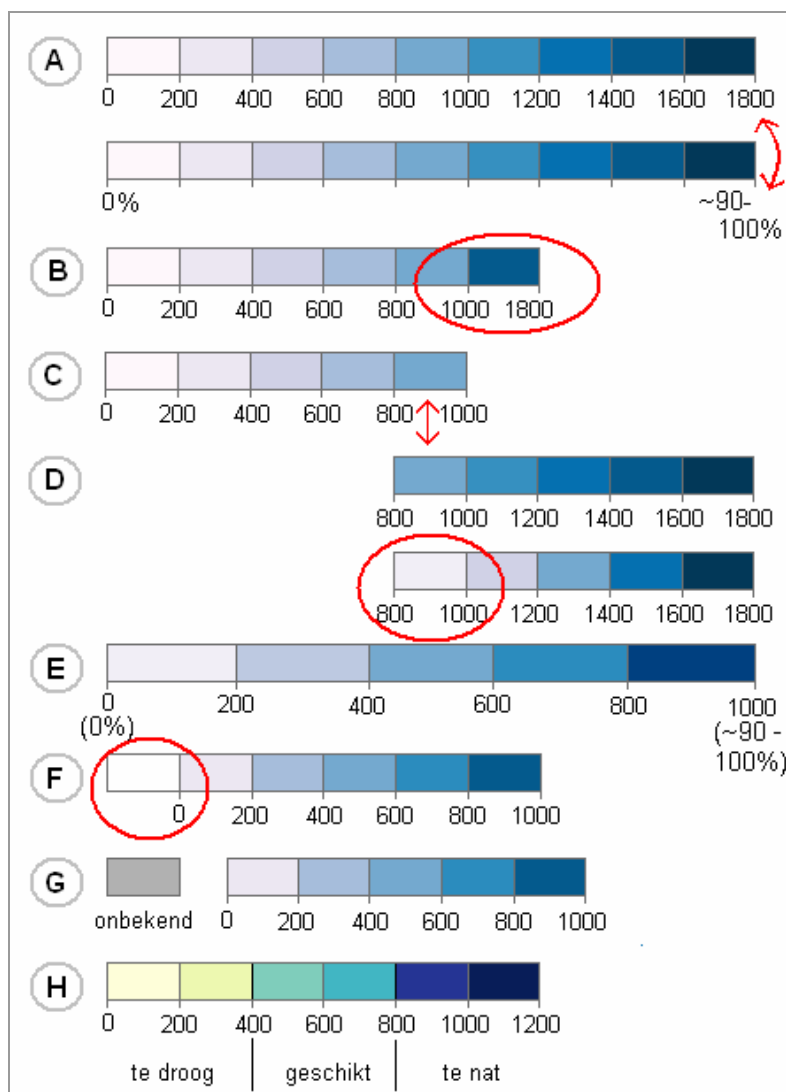
Voorbeelden van **kleurenschema's** (gesorteerd). Door kleurenschema's ook om te zetten naar zwart-wit (rechts in beeld), is te zien of de grijswaarden wel echt volgordelijk zijn. Het zijn immers de grijswaarden die via de oog-brein-combinatie de visuele volgordelijkheid bepalen, en niet de kleur! Zie verder tekst.

4. De visuele indruk van een kleurenschema

Bij kwantitatieve data worden dus 'volgordelijke' kleurenschema's gebruikt. Deze paragraaf zal laten zien dat juist bij deze kwantitatieve data de kleur die deze data representeert niet zo maar vrij gekozen kan worden. Wat in eerste instantie van nature al geprobeerd zal worden, is om er voor zorgen dat onderlinge de kleuren maximaal van elkaar te onderscheiden zijn. Dit kan door te werken van licht naar donkerder, al of niet aangevuld door de donkere kleur nog verzadiger te laten worden. Jouw GIS komt meestal al met een aardig kleurenschema bij een eerste classificatie. (Zie ook onder 'Kleuren' verder op in deel B en de kleurenschema's die de Colorbrewer (<http://www.personal.psu.edu/cab38/ColorBrewer/ColorBrewer.html>) of misschien zelfs jouw GIS weten te creëren).

Echter niet alles gaat automatisch en makkelijk; de exacte kleuren die je kiest voor een legenda moeten namelijk in overeenstemming zijn met de data. Stem het gradueel laten oplopen van de verzadiging en / of het donkerder laten worden van de kleuren af op de dataset. Zie de figuur met de

verschillende blauwe kleurenschema's. Stel voor dat hiermee bijvoorbeeld de neerslag van een gebied of de diepte van een meer wordt gerepresenteerd. Laten we de getoonde kleurenschema's eens bespreken. We gaan daarbij voor het gemak niet in op het aantal klassen dat gekozen is, dat is in deze paragraaf even niet het onderwerp.



volgordelijk kleurenschema's in relatie tot de data.
Het gaat hier bijvoorbeeld om neerslagcijfers in mm per jaar of dieptes in meters (zie verder tekst).

- **Bij A** is gekozen voor een blauwe, steeds donkerder kleur blauw. De kleuren lopen van klasse tot klasse geleidelijk op, er zit géén sprong in de kleur blauw. Dat is correct, want de data gaat ook per klasse met 200 omhoog. De diepte of neerslag neemt dus als het ware toe van de minimaal mogelijke waarde (0%) tot de maximaal mogelijke waarde (90 of 100%). Het kleurverloop in de visuele schaal en de meetschaal loopt evenredig toe met de klassemiddens (100, 300, .. t/m 1700).
- **Bij B** zie je in de laatste klasse een soort vergaarbak van dieptes. Misschien is dat gedaan omdat deze waarden niet zo vaak voorkomen, of omdat de gradaties onder de 1000 belangrijker zijn. Van belang is dan wel dat deze brede (gemiddeld diepe!) klasse ook een *donkerdere* kleur krijgt. Die donkere kleur vertegenwoordigt de gemiddelde waarde van de vier hoogste klassen uit de situatie bij A. Dat betekent dus ook dat die kleur het gemiddelde moet zijn van de kleur van die vier klassen. In ieder geval ga je aan de donkere kant zitten, zodat deze zeldzame en hoge klasse goed opvalt ten opzichte van de lagere klassen. Zo

waarschuw je de kaartlezer met de kleur al in de kaart en hoeft hij strikt genomen de legenda niet te zien.

- **Bij C** zie je dat er - in tegenstelling tot bij A - niet gekozen is om de complete range die ons aan lichte en donkere blauwe kleuren ter beschikking staat te gebruiken. Dit wordt gedaan om niet de indruk te wekken dat zelfs de donkerste klasse (800-1000) zo veel neerslag betekent. Het gaat blijkbaar om een relatief droog gebied.
- **Bij D** (het eerste voorbeeld van D) zie je dat er vooral blauwe kleuren voorkomen. Dit wekt de indruk dat het er nat is. Dat betekent dus dat het gebied in werkelijkheid ook een gebied moet zijn waar relatief veel neerslag valt. Ook al hebben landen een heel verschillend neerslagbereik, landen worden zo wel onderling vergelijkbaar. Landen met een legenda C en landen met een legenda D zijn dus goed vergelijkbaar. Ook als er géén kaart met een legenda zoals bij C bij deze kaart stond was het niet slim om een lichtere legenda te nemen. Er dienen gewoon donkere kleuren gekozen te worden. Wanneer een gebied overal zeer nat is, is het niet slim om de kleine verschillen die er zijn met veel klassen uiteen te splitsen, en die dan met sterk uiteelopenende lichte en donkere kleuren blauw te representeren. Een mogelijk nadeel van deze (juiste) overwegingen kan echter zijn dat de onderlinge onderscheidbaarheid minder is geworden. Het tweede voorbeeld bij D zie je dat er toch voor gekozen is om de klassen maximaal van elkaar op kleur te kunnen onderscheiden. Dit is gevaarlijk, omdat de visuele indruk van de kleur niet overeenkomt met de data (hoeveelheid regen bijvoorbeeld). De tekst zal er aandacht aan moeten schenken. Het is alleen een mogelijke terechte optie als de kaartlezer een ervaren kaartlezer is, of een boer of ontwikkelingsmedewerker die exact allerlei grenzen in een land op regen wil kunnen bestuderen. Voor een reisgids of in een gratis ochtendkrant met een breed publiek is dit tweede kleurenschema juist niet geschikt: er moet (steeds weer opnieuw) naar de legenda gekeken worden: 800 mm regen is erg veel!
- **Bij E** zie je in feite hetzelfde als bij A. Hier heeft de kaartmaker er voor gekozen dan 1000 mm al veel (erg nat) is. Merk op dat de kleuren nu iets dichter bij het midden zitten. Het is minder noodzakelijk om extreem lichte en extreem donkere (verzadigde) kleuren te gebruiken. Dat levert een mooiere kaart op. Het héle lichte en het hele donkere zijn op laptops en beamers minder goed te zien. Dat is overigens ook een reden om zo min mogelijk klassen te gebruiken; Bij E zijn de kleuren onderling beter onderscheidbaar dan bij A.
- In alle getoonde kleurenschema's is er nog géén wit gebruikt. Dat had ook niet gemogen! **Bij F** zijn er gebieden waar echt géén neerslag is gevallen (in die maand of in dat jaar). Die dienen dus ook géén kleur te krijgen, maar wit te blijven. Overigens, onbekende gebieden, of gebieden waarvan geen (neerslag) cijfers bekend zijn, dienen dus juist ook géén witte e/o blauwe kleuren mee te krijgen, om dezelfde reden; anders zou de kaartlezer denken dat hier geen neerslag valt, of dat er juist wel een bepaalde hoeveelheid valt.
- Om dat te voorkomen wordt meestal grijs gekozen als kleur om gebieden weer te geven waar geen informatie over is. **Zie G**. In de legenda wordt zo'n grijs legendavakje dan ook vaak los getekend van de overige legendavakjes (legenda-eenheden). Wit mag dus niet, want dat wordt geassocieerd door de kaartlezer met de meetwaarde nul.
- **Bij H** gaat het weer over dezelfde dataset (laten we maar weer zeggen: neerslag), echter nu kwalificeren we echter de kwantitatieve dataset; dat gebeurt met een min of meer divergerende schaal; de lage waarden worden gegroepeerd, en zijn samen (immers door hun gelijke kleuren) te onderscheiden als te droog. Ook de te natte waarden zijn bewust erg donker (blauw) weergegeven. De indruk die ontstaat bij de kaartlezer is ook voor deze 'neerslagkleuren' erg nat. De uiteindelijke kaart zal naar verwachting goed leesbaar zijn, omdat de kaartlezer 3 kleursoorten ervaart: gele tinten (te droog), groene tinten (geschikt) en blauwe tinten (te nat).

NB: Merk dus op dat al deze kleurenschema's goed (kunnen) zijn. En merk op dat geen van de getoonde kleurenschema's in elk geval voldoet.

SAMENVATTING: Het kleurverloop binnen (kwantitatieve) kleurenschema's is niet geheel vrij. Ze worden deels opgedrongen door het verloop van de dataset. Verschillend gekozen kleurenschema's leiden tot *verschillende* beelden van het fenomeen bij de kaartlezer. Verkeerde keuzes leiden zelfs tot een *verkeerd* beeld bij de kaartlezer.

TIP: Kies dus niet altijd voor een maximaal verloop tussen maximaal licht en maximaal donker. Maak gebruik van zowel de lichtheid (lightness) als de verzadiging (saturation) om onderscheidbaarheid van klassen te waarborgen of vergroten, zeker indien er meer dan 4 of 5 klassen worden gebruikt.

5. Samengestelde kaarten en gecombineerde legenda's

Er zijn twee soorten samengestelde kaarten te definiëren:

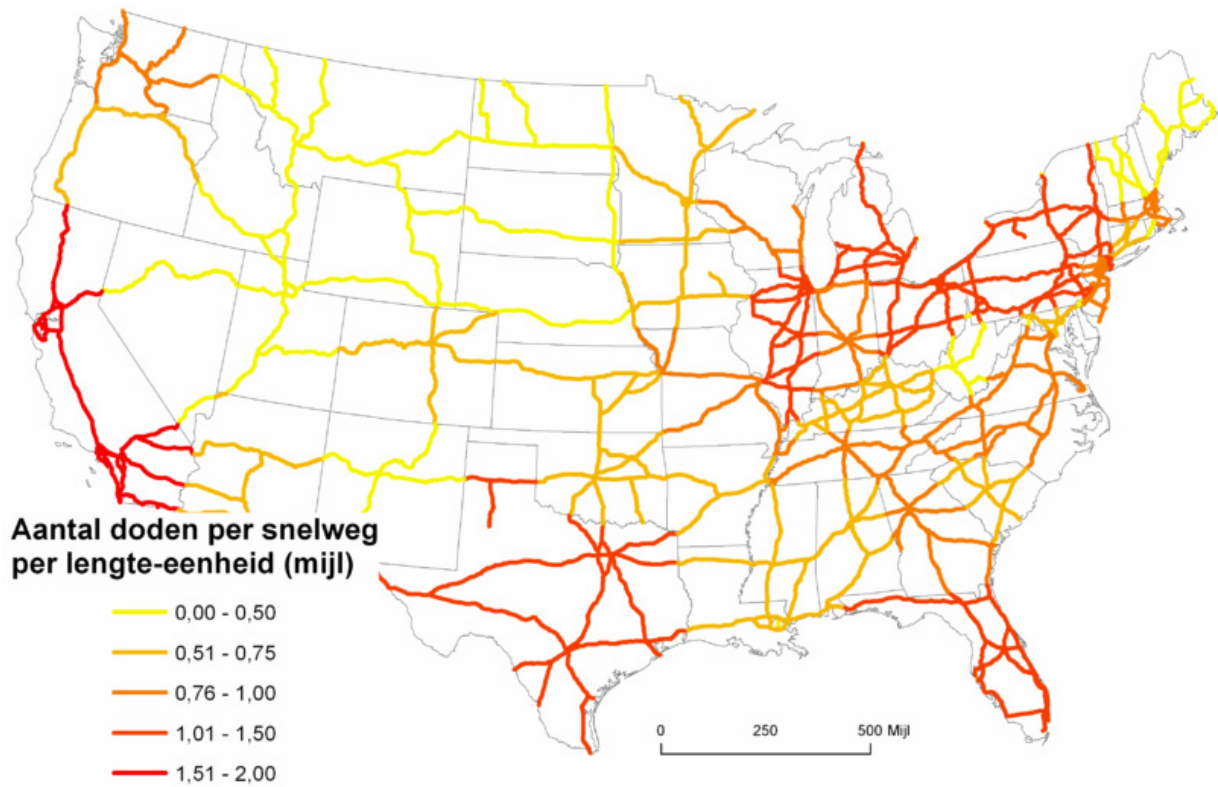
- kaarten waarbij één informatielaag (bijvoorbeeld vlakken) op twee manieren wordt geclassificeerd tot één (gecombineerde) legenda.
- kaarten waarbij twee informatielagen over elkaar heen komen te liggen (zoals geclassificeerde snelwegen over geclassificeerde staten). Er zijn dan twee kleurenschema's te zien.

Overigens, een kaart waarbij (ongeclassificeerd) gewoon de snelwegen met één kleur zijn weergegeven over geclassificeerde staten wordt géén samengestelde kaart genoemd. De snelwegen zijn dan slechts als referentie opgenomen.

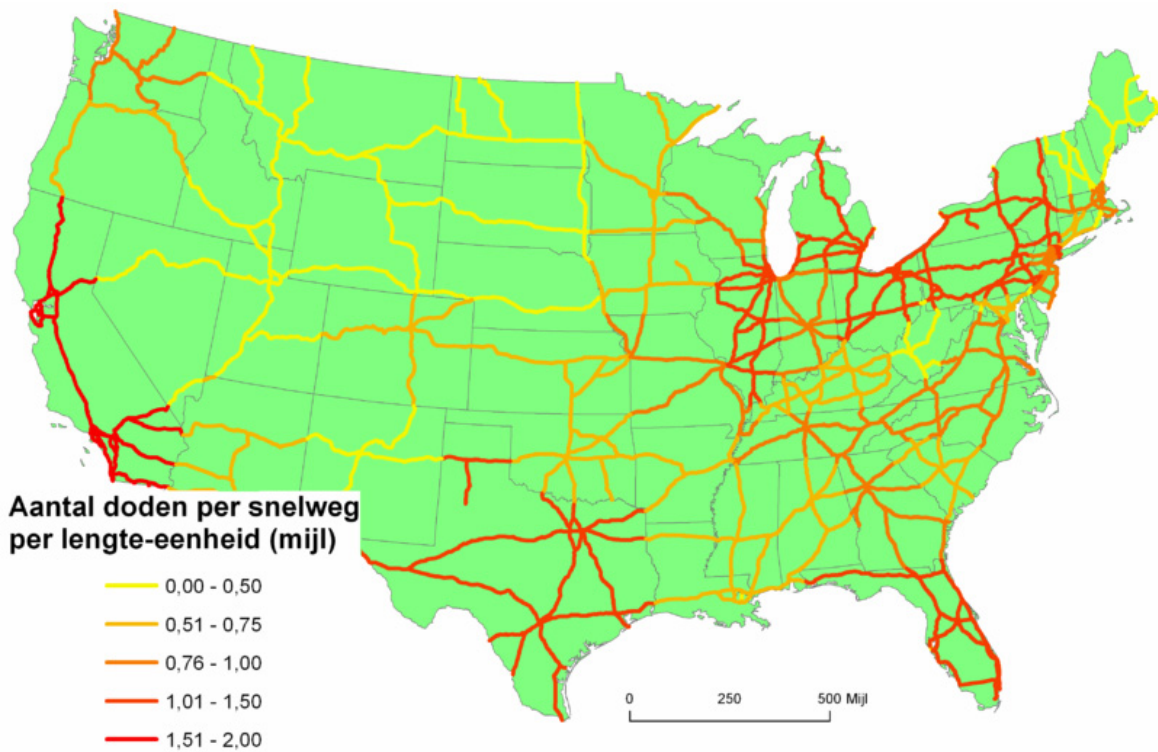
Beroepsbevolking voornamelijk werkzaam in:	Groei van de beroepsbevolking tussen 1990 en 2000:		
	< 0%	0–5%	> 5%
primaire sector (landbouw):			
secundaire sector (industrie):			
tertiare sector (diensten):			

Voorbeeld van een gecombineerde legenda.

De eerste genoemde soort (zie de voorbeeldlegenda) is vaak lastig te interpreteren en is vaak meer voor onderzoeksdoeleinden en ervaren kaartlezers bedoeld. Je ziet hem soms in atlanten. Vaak wordt met zo'n kaart gepoogd te kijken of er een verband is tussen beide weergegeven grootheden. In het voorbeeld zou een conclusie kunnen zijn: "of in een gebied nu werknemers voornamelijk uit de primaire, secundaire of tertiare sector komen, er is sowieso in de noordelijke gebieden een daling van de beroepsbevolking". Blijkbaar is er niet met het soort werk, maar de ligging van die gebieden een relatie met de afname van de beroepsbevolking. De licht gekleurde gebieden liggen dan allen in het noorden, maar het betreft zowel, groene, paarse als oranje kleuren, door elkaar heen. Wanneer alle lichte gebieden (met een afname dus) voornamelijk groen en paars zijn, zou er een andere conclusie getrokken worden: "in het noorden zie ik allemaal lichte kleuren, maar die lichte kleuren zie ik net zo goed in het zuiden, het zijn voornamelijk groene en paarse kleuren, dus de afname ligt niet aan de ligging, maar aan de sector die in die gemeente dominant is. Merk op dat er slechts een zeer gering aantal klassen (zowel horizontaal als verticaal) in een gecombineerde legenda moeten worden opgenomen. Een mens kan normaal slechts 8 klassen nog zien, maar dat is al met enige moeite.



*Een voorbeeld van een **volgordelijk kleurenschema** toegepast op lijnen (zie tekst)*



Zelfde afbeelding als hierboven, nu met groene ondergrond. Hierdoor is het een goed voorbeeld van een slechte kaart geworden, omdat de kleuren uit de voorgrond (de lijnen) niet meer objectief geïnterpreteerd kunnen worden (zie tekst).



TIP1: Over samengestelde kaarten.

Maak je gebruik van kleurenschema's voor lijn- of puntstymbolen (in plaats van vlakken), zorg dan dat de ondergrond qua kleuren niet wijzigt. Zie bijvoorbeeld de eerste kaart. Dit is geen samengestelde kaart. Het beschrijft het aantal doden per kilometer per snelweg. Zou je nu de staten 'onder de snelwegen' kleuren meegeven (bijvoorbeeld allemaal lichtgroen of grijs) dan vallen de lichtst gekleurde snelwegen meer op dan je zou willen. Eenzelfde vervelend effect treedt op wanneer je de staten zou inkleuren met een ander thema (in het voorbeeld rechts staten uit het oosten, midden en westen). Er is dan sprake van een samengestelde kaart. Doordat de staten nu allerlei verschillende lichte en donkere kleuren krijgen, blijft er van een goed beeld van de spreiding van het aantal doden per snelweg vrijwel niets over. Of een lijn opvalt of niet hangt nu ook nog eens van het gebied af. De spreiding is nu niet meer objectief te beoordelen. Combineer in dergelijke gevallen de thema's dus niet tot een samengestelde kaart. Kies voor twee kaarten naast elkaar. In het voorbeeld rechts is een kleur gebruikt; groen. Maar ook grijs bijvoorbeeld was fout geweest. In alle gevallen zorgt de achtergrond voor een andere beleving van de kleuren op de voorgrond. Meer uitgebreide informatie over waarom een dergelijke kaart een foute kaart is, zie de theorie over contrast in de module 'Symbologie' onder 'kleuren'.

Kies je toch voor een of meer achtergrondkleuren - bijvoorbeeld omdat er op de achtergrond een vlakvullende topografische kaart is opgenomen als referentie - zorg dan dat deze achtergrondkleuren:

1. licht zijn (lichter dan de lijnsymbolen). Dit kan vaak door de transparantie van die kaartlaag in te stellen, zodat de legendakleuren ongewijzigd kunnen blijven.
2. een afwijkende kleurensset hebben (bijvoorbeeld pastel) ten opzichte van de kleuren van de lijn- of puntsymbolen.
3. de achtergrondkleur altijd lichter is dan de overige kleuren van de lijnen.
4. maak de lijnen op de voorgrond extra dik voor een goed onderscheid.



TIP2: In het voorbeeld met de snelwegen is gekozen voor een kleurenschema zoals je helemaal links aantreft. Er had misschien ook voor het rechter kleurenschema met alleen maar rode tinten gekozen kunnen worden. Het voordeel van de kleur geel/oranje, is dat geel/oranje ook met fout / te veel wordt geassocieerd. Lage waarden zijn in dit geval immers nog steeds te veel doden! Daarnaast mogen lage waarden soms juist wel opvallen, omdat ze daardoor de vraag oproepen "waarom zijn juist op die plekken de waarden zo laag?".



TIP3: Naar aanleiding van tip1: Was toch gekozen voor het rechter kleurenschema met alleen maar lichte en donkere kleuren rood, dan hadden de hoogste klassen beter met wat zwart kunnen worden bijgemengd. De verzadiging van die kleur neemt af; het percentage rood daalt dus. De kleur die je ziet en ervaart wordt donkerder. Het onderscheid wordt daardoor beter, ook in de (hier: twee) erg rode klassen die erg op elkaar gaan lijken. Wat ook wel wordt toegepast is de dikte van die lijnen groter maken voor de hogere klassen. Er wordt dan op twee wijzen - in cartografisch jargon: met twee grafische variabelen - aangegeven dat de waarden voor die klassen hoger zijn.



SAMENVATTING: Samengestelde kaarten kunnen handig zijn, maar zijn vaak moeilijk te lezen. Kies voor een overzichtelijke legenda, waaruit blijkt hoe de kleuren zijn opgebouwd. Gebruik zo min mogelijk klassen. Zorg dat in beide richtingen de kleuren nog logisch en te onthouden zijn. Bijvoorbeeld: hoe meer > hoe donkerder op de horizontale as van de legenda; terwijl de verschillen op de verticale as op basis van kleur nog te onderscheiden zijn. Geclassificeerde lijnen die op een geclassificeerde vlakken worden weergegeven, zijn slecht te interpreteren. Dat komt omdat de kleur en donkerte van de lijnen ten opzichte van de achtergrond beoordeeld wordt door het oog van de kaartlezer. Vermijd daarom bij een thematische lijnenkaart dat de ondergrond ook geclassificeerd wordt of wijzigt van helderheid. Bij een gekleurde topografische achtergrond dient deze (veel) lichter te zijn als het thema op de voorgrond.

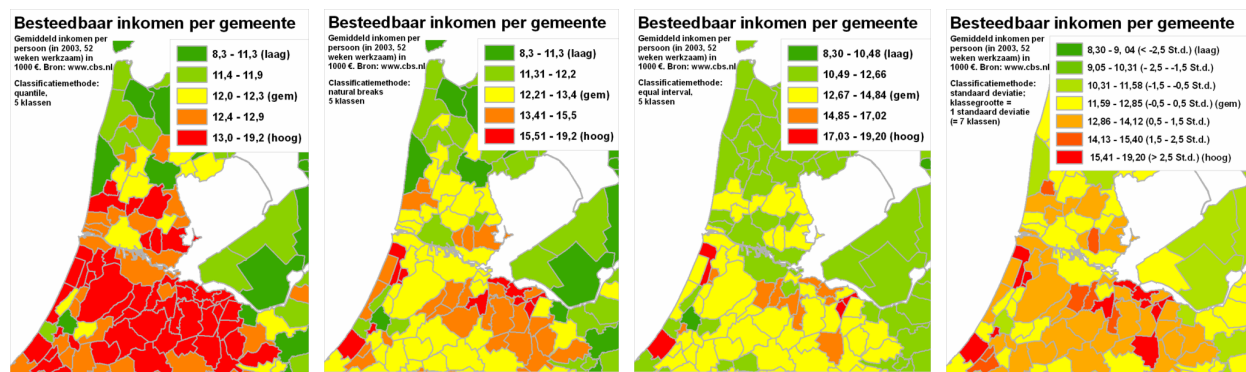
6. Het classificeren

Classificeren is het indelen van verschijnselen of objecten in klassen op grond van overeenkomende of aanverwante eigenschappen. Dit indelen gebeurt door het aangeven van klassegrenzen.

Bij **nominale meetschalen** is het classificeren relatief eenvoudig, omdat de individuele objecten al geïnclassificeerd zijn: die ene stad behoort nu eenmaal tot die ene provincie. Ook bij **ordinale meetschalen** is al een classificatie aangebracht: een gebied behoort nu eenmaal tot die ene grondwatertrap. Hooguit zou een kaartmaker er in bepaalde gevallen voor kunnen kiezen om bepaalde klassen toch samen te voegen. Onderstaande voorbeelden gaan vooral over het classificeren van gegevens die met een **interval meetschaal** of een **ratio meetschaal** zijn ingewonnen.

Het classificeren zelf gaat (bijvoorbeeld met een GIS) heel gemakkelijk. Echter, het *goed* classificeren blijkt een hele kunst - net zoals het vervolgens toedelen van de juiste kleuren aan die klassen die zo ontstaan zijn (zie vorige paragrafen).

Kijk maar eens naar de volgende vier kaarten. Hier zijn vier maal exact dezelfde gegevens over het besteedbaar inkomen per gemeente weergegeven. Er zijn steeds exact dezelfde legendakleuren gebruikt. Het doel van elke kaart is steeds een goed beeld te geven over de spreiding die er is tussen de gemeentes voor wat betreft de inkomens van de (gemiddelde) werknemers.



Besteedbaar inkomen, geïnclassificeerd op basis van de Quantile-methode (klassen met steeds evenveel objecten)

Besteedbaar inkomen, geïnclassificeerd op basis van de Natural Breaks methode ('Jenks', zie tekst)

Besteedbaar inkomen, geïnclassificeerd op basis van Equal Interval-methode (gelijke intervallen)

Besteedbaar inkomen, geïnclassificeerd op basis van (klassebreedtes gelijk aan de standaarddeviatie)

Merk op dat deze kaarten *verschillende visuele beelden achterlaten* bij de kaartlezer:

- In de eerste kaart 'is de Randstad erg rijk' en zijn er maar weinig echt arme en gemiddelde gemeenten. Hogere waarden worden blijkbaar benadrukt. De kaart lijkt (partijdig?) te willen zeggen dat er vooral veel rijke gemeenten zijn.
- In de tweede kaart 'zijn er maar enkele gemeenten erg rijk'. De kaart lijkt niet echt een landelijk verschil keihard te willen benadrukken, hooguit de nadruk te leggen op enkele gemeenten die rijk of juist arm zijn.
- In de derde kaart 'zijn er vooral veel gemiddelde gemeenten, en enkele gemiddeld arme gemeenten'. De kaart lijkt te willen zeggen dat er niet echt een probleem is.
- In de vierde kaart 'zijn er helemaal geen arme gemeenten'. De kaart lijkt te willen zeggen dat er geen probleem is, hooguit dat er tussen de gemiddelde en hoge inkomens wat verschillen zijn.

NB: Was slechts één van deze kaarten in een krant, folder of website terechtgekomen, dan had waarschijnlijk bij geen enkele versie iemand de vraag gesteld 'zijn de klassegrenzen wel goed bepaald?'.

De vragen die we daarom als verantwoordelijke kaartmaker moeten stellen zijn:

- Op welke manieren kunnen we classificeren?
- Welke manier van classificeren moeten we gebruiken?

In de paragraaf hierna worden deze vragen beantwoord op basis van het voorbeeld van hierboven. Het is belangrijk om nu al vast te weten dat er *géén één beste classificatiewijze* is, en dat *de te gebruiken classificatiewijze af hangt van het exacte doel van de kaart*.

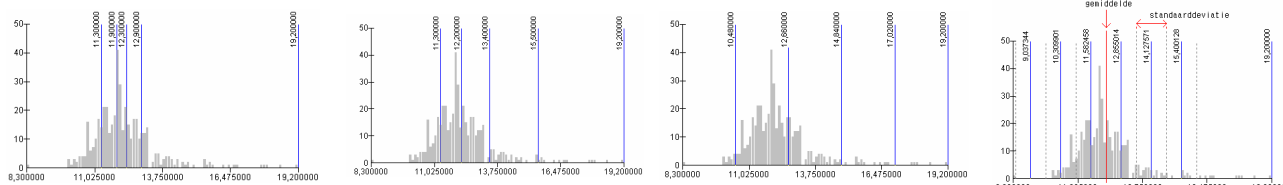
Het classificeren komt neer op twee aspecten: het bepalen van klassegrenzen en het bepalen van het aantal klassen. Het indelen op kleur is een aspect dat hier dus in principe buiten valt.

SAMENVATTING: De keuze van de classificatiemethode bepaalt de klassegrenzen, en daarmee ook de visuele indruk die je de kaart meegeeft. Bij het kiezen van een classificatiemethode moeten we vooraf weten wat de bedoeling van de kaart moet zijn. Zoals, "moet de kaart vooral de extremen laten zien?", "moet de kaart tegenstellingen duidelijk maken?", of "moet de kaart juist de gebieden maximaal onderscheidbaar maken over de gehele range van voorkomende waarden?".

7. Klassegrenzen bepalen

Met een GIS zijn meestal allerlei classificatiewijzen (allen voorzien van mooie, betrouwbare namen) makkelijk te selecteren en uit te voeren. Binnen *no-time* is er sprake van een mooie kaart. De voorbeelden hierboven tonen aan dat zomaar een keuze maken blijkbaar niet een goede werkwijze is; ze leveren echt verschillende kaarten op. Er zal dus naar die verschillen gekeken moeten worden. Dat kan door de verschillende kaarten zelf te vergelijken, zoals bij de bespreking van de vier kaarten van hierboven. Echter, het is beter de ruwe statistische gegevens te gaan bekijken. Op basis van die daadwerkelijke gegevens moet de classificatie bepaald worden, tezamen met het doel van de kaart.

Laten we daarom eerst eens wat beter kijken naar de daadwerkelijke gegevens zelf. De hierboven met vier kaarten geïllustreerde, verschillende classificaties zien er - in dezelfde volgorde - statistisch gezien zo uit:



Besteedbaar inkomen, geclassificeerd op basis van de Quantile-methode (klassen met steeds evenveel objecten)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd op basis van de Natural Breaks methode ('Jenks', zie tekst)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd op basis van Equal Interval-methode (gelijke intervallen)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd op basis van (klassebreedtes gelijk aan de standaarddeviatie)

Deze vier diagrammen geven steeds dezelfde data weer. Deze worden door de grijze kolommen weergegeven. Voor alle diagrammen zijn deze dus hetzelfde. Op de horizontale as staan de meetwaarden, dus in dit geval, de gemiddelde inkomens per gemeente. Op de verticale as is te zien hoe vaak die individuele meetwaarden voorkomen. In dit voorbeeld komt de klasse rondom 12 het vaakste voor, in zo'n 40 gemeenten. De spreiding van aantallen over alle individuele meetwaarden wordt in de statistiek een verdeling genoemd. In blauw zijn de toegepaste klassegrenzen te zien. Dat zijn de enige verschillen tussen de vier diagrammen.

Hoewel in werkelijkheid verdelingen binnen datasets erg onregelmatig kunnen en zullen verlopen, is het toch zo dat de verdelingen vaak een op een patroon lijken. De statistiek beschrijft onder andere de volgende verdelingen:

- symmetrisch verdelingen om een gemiddelde heen, zoals de normale verdeling (of Gauss-verdeling) en de binomiale verdeling. Links en rechts van het gemiddelde zijn ongeveer even veel waarden.
- asymmetrische verdelingen, zoals een Poisson-verdeling. Hogere waarden, 'rechts' van het gemiddelde, komen weinig voor, maar bestaan wel. Lagere waarde, 'links' van het gemiddelde komen veel voor, maar zijn verspreid over een beperkt deel van de horizontale as en liggen dicht bij het gemiddelde. Het gemiddelde ligt dan vaak hoger dan de meetwaarden die het meest vaak voorkomen. In het voorbeeld van de besteedbare inkomens, is dit bijvoorbeeld het geval.

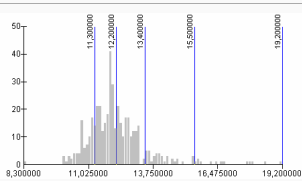
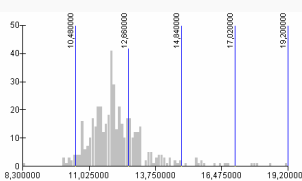
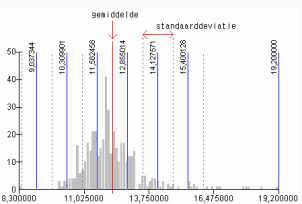
NB:

- Meer over deze verdelingen kan je indien gewenst terugvinden in het wikibook over discrete kansrekening of bekijk wikipedia over normale verdelingen.
- Soms bepalen bepaalde, sterk afwijkende (hoge of lage) waarden het beeld. Deze waarden worden in het Engels - heel mooi - 'outliers' genoemd. Hier dient in de classificatie rekening mee te worden gehouden. Komen dergelijke waarden voor, dan is het niet slim om te kiezen voor vaste klassebreedtes. Het resultaat is dan een aantal klassen die géén of weinig waarden bevatten. Het (visueel) onderscheidend vermogen van de kaart is dan zeer beperkt.

Jij als kaartenmaker alleen, hebt dus de beschikking over de ruwe data, in dit geval, de exacte gemiddelde inkomensgegevens van de individuele gemeenten. Jij hebt een beeld van de voorkomende meetwaarden en de verdeling. Door te classificeren 'sla je de data plat', populair gezegd. Je maakt van de ruwe data een mooi, visueel aantrekkelijk plaatje. Beter gezegd: *van data maak je informatie*. Data is een onoverzichtelijke hoeveelheid gegevens. Zou je er voor kiezen om elke afzonderlijke gemeenten één kleur te geven, die afhangt van het gemiddelde inkomen, of je zou in elke gemeente het exacte getal weergeven dat overeenkomt met het gemiddelde inkomen, dan breng je alle data - onverdond - in kaart. Het zal nog steeds een onoverzichtelijke brij aan data zijn. Dat is niet de bedoeling van een goede kaart. Een goede kaart maakt wel degelijk keuzes. Je vat de brij samen. Als informatiemakelaar (zie Deel A) heb je die plicht om dit goed te doen. De kaartenlezer beschikt immers niet over de data achter de kaart, en kan het visuele beeld niet verifiëren, laat staan mentaal corrigeren (zie eerder in dit Deel B, over Bertin).


Laten we de vier inmiddels genoemde classificatiewijzen eens op een rij zetten en beschrijven:

classificatiewijze	definitie	opmerkingen
<p>op basis van Quantile (Nederlands: 'kwantielen')</p> 	<p>classificeert een dataset in een op te geven aantal klassen waarbij de klassen onderling evenveel meetwaarden kennen. Een kwantiel is een klassegrens (getal) dat een dataset verdeelt in een aantal grotere, en kleinere waarden. De klassebreedtes kunnen variëren, maar het aantal binnen elke klasse is steeds gelijk.</p>	<p>Bekend is het 0,5-kwantiel (spreek uit: het nul-komma-vijf-kwantiel) dat overeenkomt met de mediaan. De mediaan is het midden van een geordende dataset, dus niet het gemiddelde, maar die meetwaarde waarbij er evenveel meetwaarden onder, als boven liggen. Het is een inzichtelijke methode, maar de uitkomst kan misleidend zijn. Tests met andere methoden en / of het goed bestuderen van het resultaat / en het bekijken van de verdeling zijn daarom aan te bevelen.</p>
<p>op basis van Natural Breaks ('Jenks -')</p>	<p>classificeert een dataset in een op te geven aantal klassen met een bepaald statistisch algoritme op een zodanige wijze dat binnen de klassen de variatie minimaal is, en</p>	<p>Deze methode maakt het mogelijk om groeperingen en patronen te ontdekken die in de data zitten / die in de data 'zelf zijn opgesloten'. De methode gaat er van uit dat er verschillende groepen ('populaties' in statistisch jargon) zijn binnen een verdeling. De</p>

classificatiewijze	definitie	opmerkingen
	<p>de klassen onderling maximaal verschillen. In het ideale geval vallen de klassegrenzen samen met de dalen in grafiek die de verdeling van de meetwaarden weergeeft. De klassebreedtes kunnen variëren.</p>	<p>methode kan dan ook het beste alleen gebruikt worden voor die situaties waarbij geldt dat er groepen zijn. De methode zoekt die groepen op en maakt klassegrenzen zodanig aan dat de bij de groepen horende meetwaarden in één klasse voorkomen, bijvoorbeeld erg rijke gemeentes, en erg arme gemeentes. Overigens, in dit voorbeeld van gemeentes is er niet echt sprake van groepen. Test wel het resultaat door de kaart en de verdeling van de meetwaarden goed te bestuderen; hoe zijn door het algoritme de klassegrenzen terechtgekomen? Is dit wat ik wil? Of wil ik toch bepaalde uitschieters liever benadrukken? Moeten de grenzen niet toch handmatig verschoven worden, en horen die twee groepen misschien niet gewoon tot één groep. Een toepassing waar een dergelijke classificatie wel tot zijn recht zou komen is het inkomen per adres in een wijk, wanneer in (bepaalde delen van) die wijk twee soorten inwoners wonen. Wanneer een wijk uit zowel appartementen als rijtjeshuizen staan, zou het leuk zijn om in de data twee groepen te creëren, met een klassgrens er tussen, zodanig dat de rijke groep in de appartementen zit, en de arme groep in de rijtjes huizen. Het is dan zeer aardig om bijvoorbeeld als rijk geclassificeerde adressen tegen te komen in rijtjeshuizen; misschien blijkt hieruit dat een deel van de rijtjeshuizen toch als duurder of beter bekend staat?</p>
<p>op basis van Equal interval (gelijke intervallen)</p> 	<p>classificeert een dataset in een op te geven aantal klassen waarbij de klassebreedte voor elke klasse gelijk is. De klassen worden daarbij gelijk 'uitgesmeerd' tussen de minimale en maximale waarde.</p>	<p>Dit lijkt een aantrekkelijke classificatiewijze, vooral door zijn transparante wijze. In veel gevallen is een dataset echter binomiaal verdeeld, waarbij dus vooral veel objecten in één of enkele van de (meestal) middelste klassen vallen. De laagste en hoogste klassen zijn dan (bijna) leeg. Deze classificatie zorgt voor een visueel beeld waarbij erg veel waarden tot het gemiddelde lijken te horen. Een beperkt aantal uitschieters zullen daardoor extra opvallen. Dit kan soms juist wel en soms juist niet de bedoeling zijn.</p>
<p>op basis van Standaard deviatie</p> 	<p>classificeert een dataset in een van de breedte van de dataset afhankelijk aantal klassen, door uit te gaan van de gemiddelde waarde, waarna de klassegrenzen worden toegevoegd rondom het gemiddelde op basis van de standaard deviatie. De breedte van elke klasse is gelijk aan één maal, een half maal, of een kwart maal de standaard deviatie. De</p>	<p>De standaarddeviatie is een statistische maat van de spreiding van meetwaarden binnen een dataset. Bij een normale verdeling bevindt 66% van de meetwaarden zich binnen éénmaal de standaarddeviatie, en 95% van de meetwaarden binnen twee maal de standaarddeviatie. Zijn er onder en boven deze klassen nog veel uiteenlopende meetwaarden, dan kunnen er veel klassen nodig zijn buiten deze waarden. Gebruik deze classificatie daarom niet bij verdelingen die niet lijken op een normale verdeling. Gebruik deze ook niet als je juist ook nuanceringen in hoge en lage</p>

classificatiewijze	definitie	opmerkingen
	klassenbreedtes zijn dus steeds gelijk, maar het aantal klassen is gelijk aan de breedte van de dataset gedeeld door de standaard deviatie. Het aantal klassen bepaal jij dus niet, maar de breedte van de dataset!	waarden wilt kunnen aangeven. De methode is wel goed om objectief extreme waarden (de 5 of 10% laagste en hoogste waarden) met opvallende kleuren weer te geven.
Handmatig	classificeert een dataset in zelf te bepalen aantal klassen waarbij de klassegrenzen handmatig bepaald worden.	Als uitgangspunt kan één van de bovenstaande classificaties dienen, waarbij met de hand de grenzen worden geoptimaliseerd op basis van de meetwaarden en op basis van het doel van de kaart, dus welke meetwaarden aparte aandacht moeten krijgen. Ook kan als uitgangspunt gebruikt worden een bij de wet of in de natuur geldende onder- of bovengrens. Bijvoorbeeld: 1) onder het landelijk gemiddelde of 2) onder of boven een criterium dat geldt voor het in aanmerking komen voor subsidie of 3) wanneer het fijnstof gehalte de wettelijk bepaalde maximum gemiddelde jaarwaarde van 40 µg/m ³ overschrijdt.

Er zijn overigens nog meer statistische methodes om de dataset in klassen te verdelen, namelijk die geclassificeerd worden op basis van de verdeling in de dataset, zoals op basis van aritmische, harmonische of geometrische verdelingen. Meer over deze laatst genoemde verdelingen, statistische kartering en dataclassificatie is onder andere te lezen in Kraak en Ormeling^[1].

 **SAMENVATTING:** Er zijn meerdere classificatiewijzen waarmee klassegrenzen te bepalen zijn, waaronder quantile, natural breaks, equal interval, standaarddeviatie en handmatig. De verdeling binnen de dataset en de bedoeling van de kaart bepalen welke keuze de beste is. Vaak is het handmatig bijstellen van de klassegrenzen aan te bevelen, als was het maar om mooie, ronde (of gehele) getallen in de legenda te krijgen. De keuze van de classificatiemethode bepaalt de klassegrenzen, en daarmee ook de visuele indruk die je de kaart meegeeft.

8. Het aantal klassen

Bij een classificatie dient, zoals eerder genoemd, ook het aantal klassen bepaald te worden.

Bij een **nominale schaal** - of anders gezegd, **op een chorochromatische kaart** - wordt dit aantal vaak gedictieerd door de data zelf: Een provinciekaart van Nederland kent nu eenmaal 12 provincies, en een bodemkaart kent nu eenmaal tientallen bodemsoorten, en dus ook evenzoveel legendaeenheden. Bij dergelijke kaarten is het vooral een kwestie van kleuren groeperen, dus alle bodemsoorten op zand krijgen een zandige kleur (geel-oranje), en alle veen-bodemsoorten krijgen een lichte tot donkere paarse kleur. Desgewenst kan je het aantal klassen verminderen, door deze te groeperen: alle bodemsoorten op zand krijgen één (geel oranje) kleur. Hiermee wordt de kaart veel leesbaarder. Of dit mogelijk is, hangt af van het doel van de kaart.

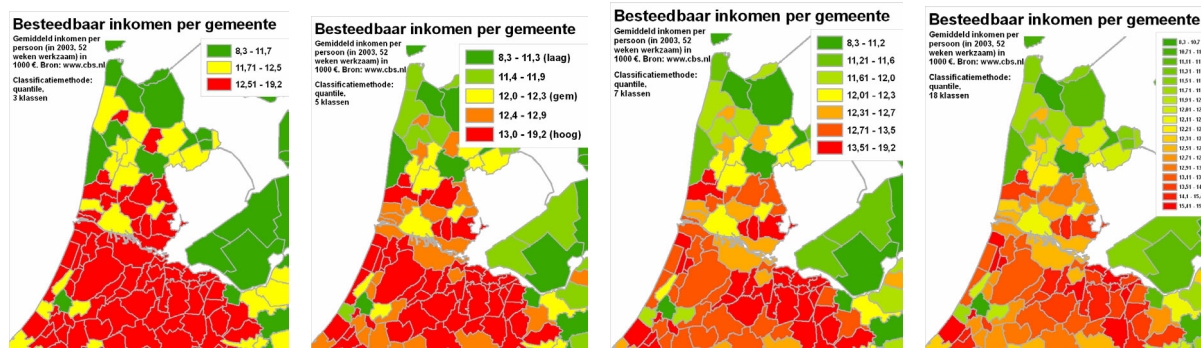
Bij sommige chorochromatische kaarten, zoals de provinciekaart van Nederland, is geen legenda nodig voor de kleuren van de provincies. De (twaalf) verschillende kleuren moeten onderling onderscheidbaar zijn. De kleuren hebben verder geen betekenis; door de ligging en

de grenzen om de provincies heen is al duidelijk wat de kleuren precies zijn. In zo'n geval is het dan ook geen probleem om twaalf klassen en twaalf (al of niet geheel verschillende) kleuren te hebben. Kies dan wel voor een kleurschema met kleuren uit 'één thema'; vaak zie je dat GIS-pakketten hier je al mooi uit laten kiezen; zo heb je snel een aantal bij elkaar horende herfst-, oceaan- of fruit-tinten. Overigens, meestal zal je in die gevallen aan vier kleuren genoeg hebben; misschien moet je er dan wel even de tijd voor nemen. Zie ook de 'vierkleurenstelling' op Wikipedia.

Ook bij een **ordinaire meetschaal** (geluidsniveaus, grondwatertrappen) wordt het aantal klassen gediceerd door de data; het aantal klassen staat min of meer vast, omdat er al een ordening - en dus ook een indeling - is aangebracht. Het samenvoegen kan (soms) wenselijk zijn, maar meestal is die indeling al niet voor niets zo in de dataset aangebracht. De classificatie is in feite al gebeurd. De volgorde (in tegenstelling tot de hierboven besproken schalen) ligt wel vast; dat betekent dat er een zelfde volgordelijkheid in de kleuren in de legenda moet terugkomen (zie hiervoor in de paragraaf over meetschalen en kleurschema's). Zorg dat de olopende kleuren ongeveer diezelfde 'beweging' in de data volgen. Is er (bijvoorbeeld in het geval van grondwatertrappen) misschien een opdeling te maken in het aantal klassen (grondwatertrappen) waardoor er twee groepen ontstaan? Geef de 'droogste' groep dan kleuren die min of meer bij elkaar horen - en langzaam oplopen qua grijswaarde of verzadiging - en doe dat voor de 'natste' groep met een andere (blauwere) kleur.

Bij de overige **kwantitatieve schalen**, is het lastiger - anders gezegd - hebben we meer mogelijkheden. **Interval en ratio meetschalen** kennen in theorie een oneindig aantal tussenliggende meetwaarden. We kunnen dus ook in theorie kiezen voor het splitsen van de data over 2, 3, 10, 100 of 1000 klassen. Bij 100 en 1000 klassen hebben we al gauw het gevoel dat we niet goed bezig zijn. Maar wat is dan wel goed?

Vergelijk eens de volgende kaarten, die exact weer hetzelfde fenomeen beschrijven als eerder: het gemiddelde besteedbaar inkomen per gemeente.



Besteedbaar inkomen, geclassificeerd in 3 klassen (Quantile-methode)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd in 5 klassen (Quantile-methode)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd in 7 klassen (Quantile-methode)

Besteedbaar inkomen, geclassificeerd in 18 klassen (Quantile-methode)

Merk op dat de kaarten - opnieuw - *verschillende visuele beelden achterlaten* bij de kaartlezer:


- In de eerste kaart 'is de Randstad erg rijk'. De kaart lijkt vooral verschillen te willen benadrukken. De kleurkeuze rood is in dit geval (met veel gemeenten die 'rood kleuren') erg opvallend.
- In de tweede kaart 'blijken er onder de rijke gemeenten ook minder rijke gemeenten te zijn, en onder de arme gemeenten lijken er ook minder arme gemeenten te zijn. De kaart lijkt een veel genuanceerder beeld te willen geven.
- De derde en vierde kaart geven hetzelfde beeld bij de kaartlezer als de tweede kaart, al is een individuele meetwaarde (wat verdient iemand nu gemiddeld in die ene gemeente) niet meer met zekerheid te achterhalen; de legenda is minder leesbaar. De kaart lijkt minder harde uitspraken te willen doen.


Duidelijk is dat 3 klassen onvoldoende is en 18 klassen niets toevoegd, behalve onduidelijkheid.

De manier van classificeren *lijkt* dus van invloed op de spreiding van het fenomeen, vanuit het oogpunt van de kaartlezer gezien althans. Opnieuw blijkt hier weer de verantwoordelijkheid van de kaartmaker. Het is dus duidelijk dat je met het *aantal klassen* waarmee je gaat karteren moet experimenteren. Let op - net als hierboven besproken bij het bepalen van *klassegrenzen* - wat voor beeld de kaart achterlaat, of bepaalde klassen wél gevuld zijn en zo ja met hoeveel meetwaarden. En zoals het beeld naar voren komt, sluit dat aan bij het doel van de kaart?

In het voorbeeld met het besteedbaar inkomen kan het zijn dat je tóch kiest om de gegevens in 7 of 9 klassen op te delen, bijvoorbeeld omdat je wil dat het duidelijk is dat onderlinge gemeentes, die net even wat meer of minder verdienen, toch wilt kunnen vergelijken. De algehele spreiding van het fenomeen ('gemiddeld inkomen per gemeente') blijft intact. Gaat het echter alléem om die spreiding, dan blijkt hier dat 5 klassen voldoende is; de kaarten met 7 en 18 klassen hebben echt geen meerwaarde voor wat betreft een beter, visueel beeld van die spreiding. Voor het gehele beeld van Nederland is een verdeling in 5 klassen in dit geval voldoende.

Overigens, iemand die bewust de verschillen tussen de rijke Randstad en 'het platteland' wil benadrukken, zou juist toch voor 3 klassen kunnen kiezen. Wel zal hij hierin een iets minder overheersende kleur moeten kiezen; immers, de klassemiddens van al die rijke gemeentes, zijn helemaal niet zo maximaal rijk als die volle kleur rood bij de kaartlezer misschien doet vermoeden.

 **SAMENVATTING:** We zagen al eerder in dit deel dat het aantal klassen dat een gemiddelde kaartlezer kan bevatten én goed kan interpreteren acht is. Willen we het zekere voor het onzekere nemen, dan kiezen we zo mogelijk voor minder klassen. Dit hangt af van het doel dat de kaart moet hebben, en of de dataset zich er voor leent. Zijn er duidelijk zes groepen in de data te herkennen, laat die dan zien! Is er niet echt een aantal groepen te herkennen, kies dan voor een quantile of natural breaks methode met vijf klassen. Wil je de uitersten benadrukken, kies dan eventueel voor een methode op basis van de standaarddeviatie.

 **TIP:** Zijn er specifieke klassen die je wilt benadrukken, dan zijn er andere handmatige methoden; selecteer die klassen er uit met de juiste klassegrenzen, en breng die in beeld met andersoortige kleuren. Dit zal in de volgende paragraaf aan de orde komen. Eerder zagen we dergelijke voorbeelden ook al bij kleurenschema's; het laatste voorbeeld, waarbij klassen die 'te nat' en 'te droog' waren, met aparte of opvallende kleuren waren weergegeven.

9. Lessen uit het classificeren

Tijdens het classificeren zien we heel exact hoe de ruwe dataset er écht uit ziet. Bij het testen van classificatie(methode)s leren we de data goed kennen. Misschien zijn we als GIS-specialist zelf al de (deskundige) onderzoeker van die data. Er zijn bij dit proces van het testen meerdere 'mislukte' en 'gelukke' kaarten verschenen. Dit testen is niet voor niets, de GIS-specialist is bevoorrecht.

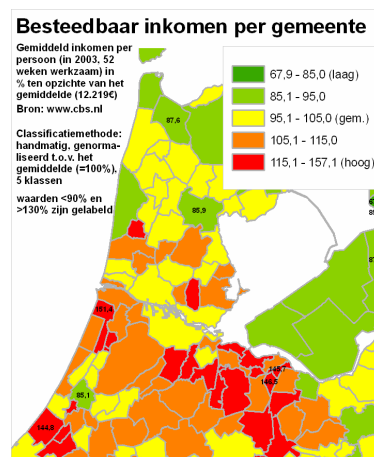
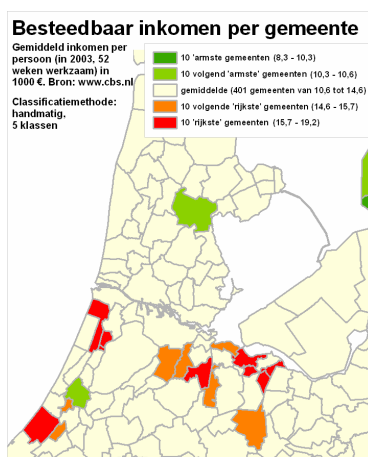
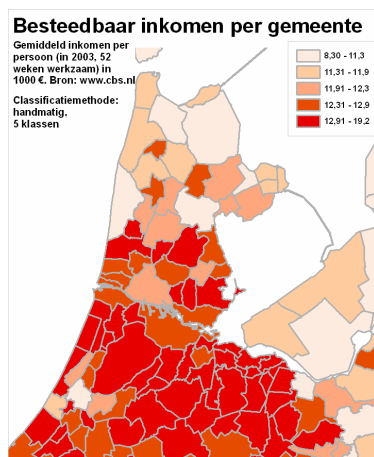
We kunnen door al die kennis namelijk bepaalde lessen trekken uit het classificeren. Het kan goed zijn dat we hierdoor besluiten toch een andere kaart te gaan maken dan we oorspronkelijk dachten. Allerlei ander technieken kunnen de scherpe kanten van bepaalde classificatiemethoden er af halen. Zo leggen de kaarten weer een andere nadruk of zijn ze nog makkelijker door de kaartlezer te lezen doordat de boodschap nog kernachtiger is, of de informatie nog verder toegespitst.

Te denken valt aan:

- het labelen van (alle of) bepaalde extreme meetwaarden.
- het anders kleuren van bepaalde vlakken. Extreme waarden worden opvallender gemaakt, gemiddelde waarden kunnen zachtere tinten meekrijgen.
- het kiezen van een andere kleurschaal.

Met name het laatste aspect is nog niet naar voren gekomen in het verhaal over het besteedbare inkomen. Er is 'zomaar' gekozen voor een **divergerende kleurschaal**. Één neutrale gele kleur in het midden, de kleuren lopen naar de minimale en maximale waarden toe langzaam uiteen naar twee andere, tegenovergestelde kleuren. Misschien willen we helemaal geen verschillen benadrukken! Dan moeten we ook helemaal géén verschillende kleurtinten gebruiken, maar één kleurtint die langzaam donkerder wordt. Dat is een volgordelijke schaal. Door toepassing van de divergerende schaal hebben we misschien onbewust een extra, visuele classificatie toegebracht. Dat is extra informatie of een mening! Wellicht is dat niet juist en niet objectief. Een kaartlezer associeert in meer of mindere mate - en bewust of onbewust - kleuren met bepaalde eigenschappen. Rood is rijk of misschien wel slecht. En groen is arm, rustig of landelijk (zie eventueel het stuk over kleurassociaties in de module 'symbologie'). Delft is bijvoorbeeld groen, maar niet landelijk. Meer over kleuren weten? Zie 'Kleuren' in de module 'Symbologie'.

Kortom, besef dat het ook anders kan. Hieronder een aantal voorbeelden.



Besteedbaar inkomen. Door een ander zogeheten volgordelijk kleurschema worden nu géén tegenstellingen benadrukt, maar eerder mogelijkheden


Besteedbaar inkomen. Door een ander kleurschema en vooral een andere (handmatige) klasseindeling, worden de extremen benadrukt

Besteedbaar inkomen. Hier is het gemiddeld gemeentelijk inkomen op 100 gesteld, en labels geven extra informatie.

Merk op ook deze kaarten - nog steeds dezelfde dataset! - verschillende visuele beelden achterlaten bij de kaartlezer:

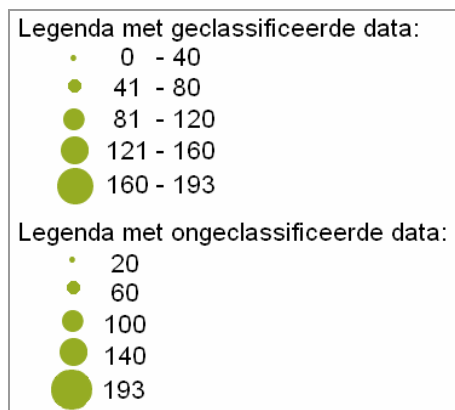
- In de **eerste kaart** 'is de Randstad erg rijk' en zijn er maar weinig echt arme en gemiddelde gemeenten. Hogere waarden zijn blijkbaar benadrukt, misschien hadden er meer de hogere klassgrenzen bij gemoeten. De kaart lijkt te willen zeggen dat er vooral veel rijke gemeenten zijn, maar het mogelijke probleem van armere gemeenten valt door de lichte rode kleur niet op. De kaart lijkt dit bewust te negeren. De vraag is of de kaartlezer dit bewust ziet... waarschijnlijk niet!
- In de **tweede kaart** 'zijn er maar enkele gemeenten erg rijk', en enkele gemeenten erg arm. De kaart lijkt niet het land te willen opdelen; de meeste gemeenten lijken gemiddeld. Héél goed zichtbaar is de geconcentreerde spreiding van juist die arme en rijke gemeenten! Misschien moet de titel wel anders: "De 20 rijkste en 20 armste gemeenten" of iets dergelijks.
- In de **derde kaart** worden gemeenten die erg rijk of arm zijn, voorzien van een label. Hierdoor wordt gehoor gegeven aan de verwachte vraag van de kaartlezer: 'Hoeveel wordt er nu precies in die hele rijke en arme gemeenten verdiend?'. Daarnaast is de

data **genormaliseerd** ten opzichte van het gemiddelde. Het zorgt voor een toegankelijker kaart, waar minder achtergrond informatie voor nodig is bij de kaartlezer. Het gemiddelde besteedbare inkomen is gesteld op 100%, armere gemeenten komen daardoor op onder de 100% qua gemiddeld besteedbaar inkomen, rijkere gemeenten komen juist boven de 100%. Dat is een veel voorkomend verschijnsel, waarbij nu het kleurenschema op een logischer wijze lijkt te zijn toegepast. De waarden zijn vaak ook duidelijker voor de gemiddelde kaartlezer, omdat deze niet altijd bekend is met wat 'normaal' is. Veel mensen weten nu eenmaal niet hoeveel een gemiddeld besteedbaar inkomen is. Veel mensen weten ook niet eens wat nu de definitie is van een besteedbaar inkomen. Wil je voorkomen dat kaartlezers de kaart links laten liggen of - erger - verkeerd interpreteren, zet dan de definities duidelijk in de kaart. Het voordeel van het gebruik van percentages is ook duidelijk voor de kaartlezer voor wat betreft de kleurkeuze: rood is méér dan het gemiddelde, groen is minder dan het gemiddelde. Geel licht (ongeveer) op het gemiddelde. Hij ziet dat zo in één oogopslag wanneer hij naar de legenda kijkt. Tot slot nog een waarschuwing: het gemiddelde alle meetwaarden (gemiddeld besteedbaar inkomen per gemeente) is niet het gemiddelde besteedbare inkomen van alle Nederlanders. Dat komt doordat sommige gemeenten groter zijn dan andere gemeenten. Bij het omzetten van een ratioschaal naar een divergerende schaal, moet je hier rekening mee houden.

 **SAMENVATTING:** Ben je hierboven 'de beste' kaart tegengekomen? Dan komt dat waarschijnlijk omdat je de kaart niet getest hebt met de doelgroep, óf omdat je geluk hebt. Er is in principe niet één kaart de beste. Het aantal klassen, de klassegrenzen, het kleurschema en de hoeveelheid informatie, zoals begeleidende teksten en labels zijn variabelen waaraan gesleuteld moet worden om de kaart voor de doelgroep in orde te maken.

10. Proportionele symbolen / Legenda's bij figuratieve kaarten

Figuratieve kaarten geven kwantitatieve data weer door middel van proportionele symbolen. Dat wil zeggen, de grootte van de symbolen is evenredig met de data. Meestal is de grootte van de symbolen zelfs recht evenredig met de data - zoals in beide voorbeelden rechts - maar dat hoeft niet. Je kan er namelijk voor kiezen om lage waarden meer te laten opvallen en grote, extreme waarden relatief kleiner weer te geven. bijvoorbeeld wanneer het de verdeling van de data erg asymmetrisch is.



Legenda voorbeelden waarmee de data geclassificeerd (boven) en ongeclassificeerde (onder) in beeld wordt gebracht.

De legenda kan bij figuratieve kaarten op twee manieren worden weergegeven (zie figuur):

- **geclassificeerd**; er wordt op de kaart en in de legenda één symboolgrootte per klasse gebruikt
- **ongeclassificeerd**; er wordt op de kaart voor elke locatie een symboolgrootte bepaald die proportioneel is met de meetwaarde.


Bij het de *geclassificeerde legenda* zijn er een beperkt aantal symboolgroottes te zien. De symboolgrootte dient proportioneel te zijn met de klassemiddens.

- **Nadeel**: er is op de kaart géén onderscheid binnen de klassen meer te maken.
- **Voordeel**: de kaart is visueel makkelijker te interpreteren (bijvoorbeeld: waar liggen de plaatsen met meer dan 80 restaurants). Dit leidt meestal dus tot een eenvoudiger en overzichtelijkere kaart. Nog een voordeel: er kan gebruik gemaakt worden van grenswaarden. Een voorbeeld: gemeten vervuilingswaarden van onder de 10 is nooit schadelijk, tussen 10 en 100 is alleen schadelijk in specifieke gevallen of is niet met zekerheid aangetoond. Zijn de vervuilingswaarden boven de 100 dan moet de gemeente volgens Europese richtlijnen in actie komen. Stel je je legenda op deze grenswaarden in (er komen dan slechts drie klassen) dan zegt een dergelijke kaart veel meer dan een kaart die alle individuele gemeten vervuilingswaarden ongeclassificeerd weergeeft. Door het gebruik van dergelijke grenswaarden voeg je informatie toe aan de kaart. Sterker, de informatie / kaart wordt bijna een beleidskaart: Je ziet onmiddellijk welke steden aan de slag moeten. Hiermee is je kaart / GIS een zogenaamd 'Decision Support System' geworden.

Bij de *ongeclassificeerde legenda* zijn er een 'oneindig' aantal symboolgroottes te verwachten. In de legenda worden meestal een aantal tussenliggende voorbeelden opgenomen, maar sowieso dienen de kleinste en de grootste symbolen te zijn opgenomen.

Er kunnen figuratieve symbolen (kerstbomen, of kruizen) gebruikt worden bij figuratieve kaarten, echter, abstracte wiskundige symbolen zoals cirkels of staven zijn bij het proportioneel weergeven van die symbolen veel beter leesbaar.

In het begin van deel B bleek het al: het voordeel van cirkels boven staafdiagrammen is dat op met cirkels een sterk uiteenlopende dataset beter gevisualiseerd kan worden; dat komt omdat een cirkel een oppervlakte heeft, en een staaf een lengte. Echter, het menselijk oog neemt de grootte van een cirkel niet zo goed waar. Dat komt omdat eerder de doorsnede ervaren wordt dan de oppervlakte. Grote waarden worden dus te laag beoordeeld, kleinere cirkels vallen daarentegen te veel op. Dit heet het **Flannery-effect**. Overigens, bollen gebruiken om een volume weer te geven (zoals m³ LPG in de Rotterdamse haven) is helemaal gevaarlijk. 3D figuren gebruiken voor proportioneel kan het oog (immers op scherm of papier weergegeven) helemaal slecht in schatten (een soort dubbel Flannery-effect). Grote bollen worden véél te klein ingeschat. Gebruik driedimensionale symbolen dus alleen bij zeer sterk uiteenlopende (volume)cijfers. Cirkels kan je gewoon voor aantallen, oppervlaktes en inhoud gebruiken. Een legenda is bij dergelijke proportionele kaarten dus echt een must.

 **SAMENVATTING:** Kwantitatieve, absolute data kan je met puntsymbolen in kaart brengen. Worden ze echter genormaliseerd (relatief ten opzichte van het gebied) dan kunnen ze per gebied in beeld gebracht worden (choropleten). Ongenormaliseerd zal er sprake zijn van puntsymbolen. Bij figuratieve kaarten zijn de puntsymbolen qua grootte proportioneel met de meetwaarde / data. Een legenda kan bij figuratieve kaarten geclassificeerd en ongeclassificeerd worden weergegeven. De grootte van de symbolen / cirkels / staafdiagrammen is meestal proportioneel en rechtvaardig met de data, maar dat hoeft niet. Grote symbolen kunnen best relatief kleiner gemaakt worden om een rustiger kaartbeeld te krijgen. Bijvoorbeeld bij een sterk uiteenlopende dataset. Zo zijn ook de kleine symbolen nog goed leesbaar en onderscheidbaar. Dit moet dan wel uit de legenda afleidbaar zijn. Bij geclassificeerde data dient in de symboolgrootte proportioneel te zijn met de klassemiddens en komen slechts een beperkt aantal symboolgroottes voor. Dat zorgt voor betere onderscheidbaarheid, maar voor minder zichtbaar detail.



TIP: Gebruik je cirkels als proportionele symbolen, maak deze dan 1,4 maal zo groot als dat je op grond van het oppervlakte zou verwachten. Hiermee compenseer je het Flannery-effect. Deze overdrijvingsfactor is nodig omdat je oog de grootte van de cirkels (een oppervlakte) te laag inschat omdat de doorsnede op het oog meer indruk maakt dan de oppervlakte.

11. Referenties

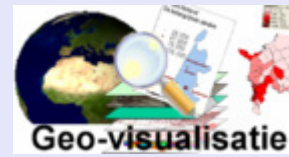
1. *Cartography, Visualisation of Spatial Data*; M.J. Kraak en F.J. Ormeling; 2003, 2e editie; Pearson Education blz 116-121
-

Ga naar de opdrachten en vragen over deze module 'Classificatie'.



HANDBOEK
Geo-visualisatie
Kaarten maken met een GIS

Deel B: Symbologie



Doelstellingen van deze module 'Symbologie'

Deze module gaat over de belangrijkste aspecten die spelen bij het visualiseren van objecten met symbolen. Na het lezen kent de lezer de verschillende grafische variabelen die voor punt-, lijn en vlakobjecten gebruikt kunnen worden en wat hun toepasbaarheid is voor kwantitatieve en kwalitatieve data. De lezer is dan ook op de hoogte van kleurassociaties, kleursystemen en kleurselectiemethoden.

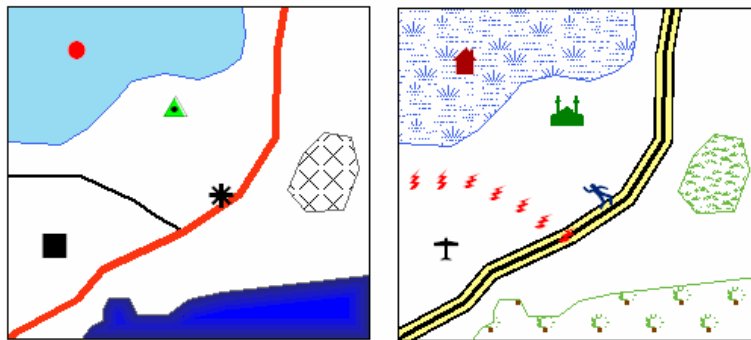
- 1 Inleiding
- 2 Symbologie
 - 2.1 Puntsymbolen
 - 2.2 Lijnsymbolen
 - 2.3 Vlaksymbolen
- 3 Kleuren
 - 3.1 Het HSV-systeem
 - 3.2 Het RGB-systeem
 - 3.3 Het CYMK-systeem
 - 3.4 Webveilige kleuren
 - 3.5 Kleurgebruik en kleurassociaties
- 4 Kleurcontrast
- 5 Onbedoelde overlap van symbolen / symboolvolgorde
- 6 Kaartverbeteringen door symbologiewijzigingen
- 7 Referenties
- 8 Literatuur

1. Inleiding

Alles wat op een kaart staat is in feite een symbool, of het nu om een punt, een lijn of een vlak gaat. En elk symbool kan op honderden manieren getoond worden. Lukraak een willekeurig symbool bij een object kiezen - zelf of door je GIS - is daarom nooit een goede wijze. Vasthouden aan bepaalde conventies is vaak handig. Zo teken je bij een lijn die snelweg voorstelt vaak ook de middenberm. Een huis of bebouwd gebied is vaak oranje en een brievenbus symboliseer je met een envelop. Maar bij hoe ga je te werk bij wat abstractere, thematische kaarten zoals waterdruk, windrichting, criminaliteitscijfers en de spreiding van bevolkingsgroepen? Welke mogelijkheden zijn er?

Tot nu toe is in dit deel B vooral over kleuren gesproken en daarmee - indirect - voornamelijk over vlaksymbolen. Vlakken (beter gezegd: attributen van vlakken, zoals bevolkingsdichtheid) zijn namelijk het beste te visualiseren met kleuren. Maar behalve vlaksymbolen zijn er dus ook punt- en lijnsymbolen. En behalve kleur zijn er ook andere wijzen van representeren. Ga je meer met je GIS doen dan moet je beslist meer feeling met symbologie - en dan voornamelijk kleuren - hebben.

Deze module beschouwt de theorie achter alle mogelijkheden van het representeren van de objecten op een kaart. Daarna worden de *do's en de dont's* met een aantal praktische voorbeelden toegelicht.



Voorbeelden van **abstracte (links)** en **figuratieve (rechts) symbologie** voor punten, lijnen en vlakken. Met goed gekozen symbolen krijgt een kaart direct veel meer visuele betekenis, zelfs zonder een legenda.

2. Symbologie

Symbologie is in de cartografie de optelsom van regels en conventies die bepalen hoe geografische objecten en verschijnselen gerepresenteerd / gevisualiseerd worden met symbolen. Dit geldt voor zowel punt-, lijn als vlakobjecten.

Een **symbool** is een grafische representatie van een enkel geografisch object of verschijnsel. Symbolen kunnen zowel abstract (geometrisch) als figuratief worden weergegeven (zie figuur linksboven). Wanneer er sprake is van goed gekozen figuratieve symbolen, voegt de visuele uitdrukking iets wezenlijks toe aan de grafische objecten. De punten, lijnen en vlakken zijn dan niet meer enkel grafische objecten, maar door hun voorkomen - zoals vorm en kleur - gaan ze 'spreken'. Ze laten iets zien van de attributen er achter. Een punt in een vlak wordt door de symbologie een huis in een moeras. Een punt op een lijn wordt een aangereden persoon op een snelweg, zoals op de figuur linksboven.

Als het symbool eenmaal op papier of scherm staat, bepaalt de **visuele indruk** die het symbool heeft hoe het object ervaren wordt bij de kaartlezer (zie ook het communicatieproces bij visualisatie in Module 7, Deel A). De visuele indruk van het symbool wordt gemaakt door het samenspel van de zogenaamde **grafische variabelen**.

Symbolen kunnen namelijk variëren qua (zie figuur hieronder, naar ^[1]):

- **vorm**
- **kleur**
- **grijswaarde**
- **verzadiging**
- **grootte**
- **textuur**
- **richting**
- **grein**
- **volume** (dit is de 3D-variant van de variabele 'grootte')
- **doorzichtigheid, focus en schaduw.**

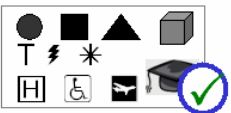
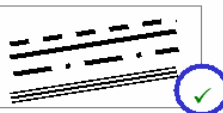

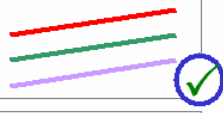


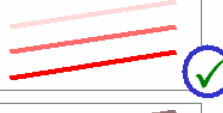



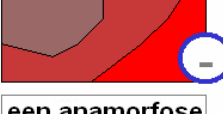




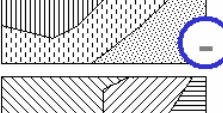


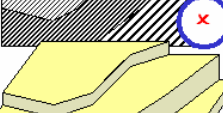







Deze kenmerken worden **grafische variabelen** genoemd.

Algemeen:

De belangrijkste van deze variabelen zijn vorm, kleur, grijswaarde en grootte. Voor vlakken aangevuld met textuur en volume. De term *grafische* variabele moet niet verward worden met *visuele* variabele. Een (aantal) grafische variabele(n) bepaalt (bepalen) hoe het symbool er uit ziet / hoe het symbool visueel overkomt. Grafische variabelen staan de kaartenmaker tot dienst bij het in kaart brengen van de objecten uit werkelijkheid. Niet alle grafische variabelen zijn even goed bruikbaar in elke situatie.

Uitleg bij de figuur:

- Met de blauwe cirkels is de toepasbaarheid indicatief aangegeven.
- Vaak heeft één symbool meerdere grafische variabelen. Denk aan een cirkel met de kleur rood en een lichte grijswaarde. Deze variabelen bepalen tezamen de visuele waarneembaarheid, zoals **onderscheidbaarheid** ten opzichte van andere symbolen en **volgordelijkheid** (dezelfde symbolen met een andere grootte). De figuur levert dus theoretische input om symbolen zo goed mogelijk samen te stellen in de praktijk.

grafische variabelen	punten	lijnen	vlakken	opmerkingen
1) variatie in vorm (lijnstijl / abstract / figuratief)			nvt / zie 9)	voor kwalitatieve verschillen (soorten)
2) variatie in kleur				voor kwalitatieve verschillen
3) variatie in grijswaarde (donkerte / lightness)				voor kwantitatieve verschillen (minder/meer)
4) variatie in verzadiging (color intensity)				gebruik dit alleen in combinatie met 2) en 3)
5) variatie in grootte			een anamorfose 	voor kwantitatieve verschillen
6) variatie in textuur / structuur		nvt		voor kwalitatieve verschillen. Optie 2) is beter, maar dit is voor vlakken een zwart-wit alternatief voor kwalitatieve verschillen. Verschillen zijn lastig te zien
7) variatie in richting		nvt		Verschillen zijn lastig te zien
8) variatie in grein	nvt	nvt		voor kwantitatieve verschillen; uit de tijd van de plak-rasters. Niet gebruiken
9) variatie in volume				voor kwantitatieve verschillen. In combinatie met 3) nog sterker effect
10) overige variabelen:	<p>Doorzichtigheid; denk aan risicogebied of plannen over luchtfoto's heen</p> <p>Focus; of: onscherpte; denk een een symbool voor mist</p> <p>Schaduw; om 3D-effect te suggereren / versterken; een regenwolk is voorspeld boven een regio</p>			kunnen vorige grafische variabelen versterken. Gebruik niet de mate van deze variabelen, maar hanteer deze variabelen wel of niet
<i>toepasbaarheid:</i>	 ideaal	 goed, soms beperkingen	 lastig toepasbaar	 niet

Grafische variabelen van symbolen voor punten, lijnen en vlakken. Getoond zijn enkele voorbeelden. Voor welke soort data deze variabelen geschikt zijn, staat in de rechter kolom. Zie verder tekst.

- Voor vlakken geldt dat ook de omtrek als lijnelement beschouwd kan worden, en dus ook een eigen symbologie mee kan krijgen, of het vlak nu wel of niet (geheel doorzichtig) is gekleurd. Denk aan een gemeentevlak, vaak zal alleen de grens van dit vlak getoond worden. Een GIS-specialist *pur sang* ziet een vlak vaak graag gesymboliseerd als een ingekleurd vlak, omdat hiermee wordt aangegeven dat elk er onder liggend object binnen die grenzen tot dat vlak (die gemeente) behoort. Voor analyse-toepassingen, en kaarten die deze analyses willen weergeven, is dit een goed uitgangspunt. Aan de andere kant zal een rasechte cartograaf eerder geneigd is alleen de grens er van te symboliseren. Meestal maakt dat laatste ook de meest rustige indruk en voldoet het weergeven van alléén die grens.

- De eerste negen variabelen kan je daadwerkelijke gebruiken om in te variëren, waardoor kwantitatieve of kwalitatieve verschillen tot uitdrukking komen. De laatste drie echt laten variëren is niet zo zinvol. Deze zal je vaak ondersteunend gebruiken voor een hele kaartlaag of een deel van de objecten; alle wolken krijgen een schaduw onder zich, alle mist wordt met een bepaalde onscherpte getoond en alle overstroomde gebieden worden met een doorzichtige kleur blauw getekend, zodat de topografie er onder nog zichtbaar is.

Uitleg bij enkele van de genoemde grafische variabelen:

- Variatie in richting voor puntsymbolen is in principe niet echt nuttig. De onderlinge symbolen zijn lastig te onderscheiden. Anders wordt het wanneer deze puntsymbolen in feite een richting opgeven deze symbolen bedoeld zijn, zoals bij een verkeerslicht. Dat kan op een kaart een richting meekrijgen middels de symbologie; hiermee wordt dan de rijrichting bedoeld. Lijnobjecten hebben in zich zelf al een richting, en kunnen visueel niet een (andere) richting meekrijgen.
- Voor de definitie van verzadiging zie Het HSV-systeem, later in deze module). Verzadiging gebruik alleen als ondersteunende grafische variabele, omdat variatie in deze variabele alléén niet goed door de oog-brein-combinatie vertaald kan worden naar variatie in kwantitatieve verschillen in de data.
- Grein is een term uit de tijd van het analoge tekenen op calqueerpapier, toen textuur, grijswaarde en ook grein met plakrasters werden toegevoegd aan vlakken. Grein staat voor het aantal strepen per centimeter (of aantal stippen per cm²). Dat kan variëren zonder dat de grijstint wijzigt door bij minder strepen per centimeter de strepen dikker te maken. Bij greinverschillen gaat het dus niet om een andere textuur - zie 6) -, een andere richting van de lijnen - zie 7) - of een andere grijstint. Variatie in grein is een erg subtiele variatie en is als grafische variabele (ook gezien de veel betere alternatieven) niet meer nodig.
- Volume is een zeer mooi middel om bij vlakken kwantitatieve data weer te geven. Deze dient dan wel genormaliseerd te zijn ten opzichte van het oppervlak van de gebieden. Dus bijvoorbeeld niet 'aantal inwoners', maar 'aantal inwoners per km²'. Criminaliteitscijfers per wijk alleen indien de wijken vergelijkbare groottes hebben, anders normaliseren per (duizend) inwoners. Volumes worden bij lijnen en vlakken niet zo vaak toegepast, omdat kennis of de benodigde 3D-functionaliteit van het GIS-pakket helaas vaak ontbreekt of apart als module of extensie moet worden aangeschaft. Volumes bij punten kan gevaarlijk zijn, omdat de inhoud van driedimensionale objecten vaak onderschat wordt, zie ook Flannery-effect (zie module 8).

Uit bovenstaande is onder andere af te leiden dat je nooit verschillende vormen (driehoeken, cirkels, vierkanten) moet gebruiken voor kwantitatieve data. En andersom: gebruik ook nooit verschillende groottes (van één vorm) als het gaat om verschillende soorten. Anders gezegd:

- variëren de symbolen *qua soort*, dan moet de data ook in soorten (verschillen) zijn opgedeeld; het gaat om **kwalitatieve data**. En
- variëren de symbolen *qua grootte*, dan moet de data ook variëren in grootte; het gaat om **kwantitatieve data**.

Misschien is dit wat lastig verwoord, maar gelukkig is het makkelijker te illustreren met een achttal kaarten, zie de figuur rechtsboven. Zowel foute (links) als goede (rechts) kaarten worden getoond.

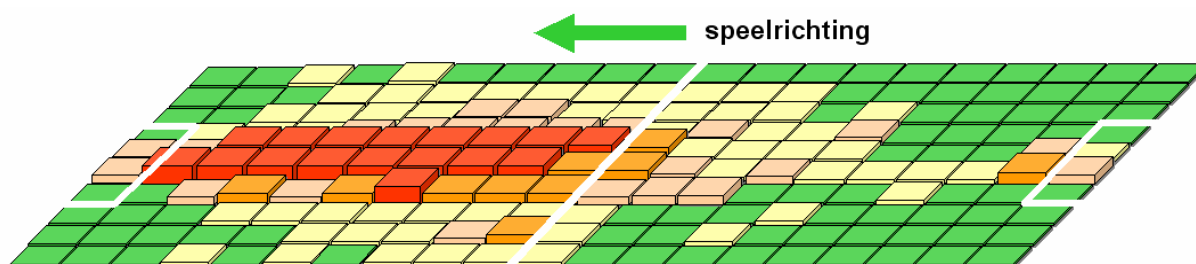
Tijdens het lezen van de figuur lijkt de toepasbaarheid van de belangrijkste verschillende grafische variabelen (vorm, kleur, grootte en grijswaarde) waarschijnlijk logisch. Merkwaardig genoeg zijn er bijna wekelijks in de Nederlandse kranten - zowel de gratis verspreide kranten als die met een betaald abonnement - voorbeelden te zien van kaarten waar data met geheel onjuiste symbolen gevisualiseerd worden.

	fout:	goed:	opmerkingen
variatie in vorm	<p>Waterdruk</p> <p>legenda: ● = 3000 mBar ■ = 4000 mBar ▲ = 5000 mBar</p>	<p>Voorzieningen</p> <p>legenda: ● = restaurant ■ = café ▲ = hotel</p>	de goede versie kan eventueel aangevuld worden met variatie in kleur, maar <i>niet</i> met variatie in grootte of grijswaarde
variatie in kleur	<p>Waterdruk</p> <p>legenda: ● = 3000 mBar ● = 4000 mBar ● = 5000 mBar</p>	<p>Voorzieningen</p> <p>legenda: ● = restaurant ● = café ● = hotel</p>	de goede versie kan eventueel aangevuld worden met variatie in vorm, maar <i>niet</i> met variatie in grootte of grijswaarde
variatie in grijswaarde	<p>Voorzieningen</p> <p>legenda: ● = restaurant ● = café ● = hotel</p>	<p>Waterdruk</p> <p>legenda: ● = 3000 mBar ● = 4000 mBar ● = 5000 mBar</p>	de goede versie kan eventueel aangevuld worden met variatie in grootte, maar <i>niet</i> met variatie in kleur of vorm
variatie in grootte	<p>Voorzieningen</p> <p>legenda: ● = restaurant ● = café ● = hotel</p>	<p>Waterdruk</p> <p>legenda: ● = 3000 mBar ● = 4000 mBar ● = 5000 mBar</p>	de goede versie kan eventueel aangevuld worden met variatie in grijswaarde, maar <i>niet</i> met variatie in kleur of vorm

De reden is dat:

- variatie in grijswaarde en in grootte alleen geschikt zijn voor weergave van kwantitatieve data (zoals waterdruk) en
- variatie in vorm en kleur alleen geschikt zijn voor weergave van kwalitatieve data (zoals soorten voorzieningen)

Acht voorbeelden van foute (de vier kaarten links) en goede toepassingen (de vier kaarten rechts) van grafische variabelen. Of een grafische variabele fout is toegepast zit 'm in het verschil of de data kwalitatief (beschrijvend) of kwantitatief (numeriek) is.



De posities waar Klaas Jan Huntelaar zich het vaakst bevond tijdens de wedstrijd van Oranje tegen Oostenrijk (27-3-2008), naar het AD ^[2]. De afbeelding is een goed voorbeeld van twee elkaar versterkende grafische variabelen; grootte (hoogte van de vlakjes) en kleur.

Intermezzo: Klaas Jan Huntelaar en dubbele grafische variabelen

Hier boven is een figuur afgebeeld waarop de posities te zien zijn waar Klaas Jan Huntelaar, speler bij het Oranje, zich het vaakst ophield tijdens een wedstrijd tegen Oostenrijk op 27-3-2008.

Het figuur toont twee grafische variabelen: grootte (hoogte van de balkjes) en kleur. Beide grafische variabelen versterken elkaar. De kleur staat dus niet symbool voor nog een andere eigenschap van die lokatie als de hoogte. Integendeel. Een legenda is nauwelijks zinvol en nauwelijks nodig, zo duidelijk is deze kaart door de combinatie van deze twee grafische variabelen. De titel of een korte beschrijving er bij is genoeg. Een legenda zou aandacht van de 'kaart'lezer alleen maar van het figuur en de boodschap afleiden. Het exacte aantal minuten per vakje zet nota bene erg weinig. Hoe vaker Klaas Jan Huntelaar zich tijdens een wedstrijd op een bepaald gebied (vlakje) zich bevond, hoe vaker het vakje en hoe roder de kleur. De figuur toont perfect aan (aan de trainer bijvoorbeeld) of een speler zich gehouden heeft aan een bepaalde opdracht; ben je alleen maar een spits of verdedig je ook mee? De conclusie was dat Huntelaar niet alleen op het vijandelijke doel (links) gespitst was. De cartografie wordt hier op een goede en originele manier gebruikt. Nota bene voor een breed publiek!

Nogmaals, het is een perfect voorbeeld van een kaart waar een legenda niet echt nodig is. Een blik op de hoogte van de vakjes zegt genoeg; de rode vlakjes zijn de vakjes waar Huntelaar zich het vaakst bevond. Vervolgens ziet de oog-brein-combinatie van die (rode) kleur de spreiding over de kaart. De kleur toont dus de verspreiding, de hoogte wordt gebruikt als legenda, 'altijd bij de hand, bij elk vakje weer'. Merk op dat er géén noordpijl, maar een pijl is te zien die de aanvalsrichting van Oranje weergeeft

SAMENVATTING: Symbolen kunnen variëren in vorm, kleur, grijswaarde, verzadiging, grootte, textuur, richting, grein en volume. Doorzichtigheid, focus (of (on)scherpte) en schaduw kunnen aan symbolen worden toegevoegd. Of deze grafische variabelen goed of fout worden toegepast zit 'm voornamelijk in het verschil of de data kwalitatief (beschrijvend) of kwantitatief (numeriek) is. Gebruik verschillende vormen en kleuren voor kwalitatieve data. Gebruik grijswaarde en grootte voor kwantitatieve data. Of een grafische variabele daadwerkelijk goed leesbaar is, wordt bepaald door of een symbool bij het kaartlezen snel onderscheidbaar is van de andere symbolen. Andere grafische variabelen kunnen hierin ondersteunen..



TIP1: Gebruik kleuren om het verschil in vorm (bij bijvoorbeeld puntsymbolen) te versterken. Het symbool voor een boom (een boom) wordt dus groen en het symbool voor een bomaanslag (een bom of een staaf dynamiet) wordt dus rood. Zeker wanneer er meerdere symbolen op een kaart staan, kan dit verhelderend werken.



TIP2: Maak - indien beschikbaar - gebruik van standaard, vakspecifieke (NEN of ISO) symbolen.

2.1 Puntsymbolen

Meestal zullen puntobjecten door puntensymbolen worden weergegeven. Denk aan een telefooncel of de locatie van een restaurant. Puntsymbolen kunnen ook vlakobjecten symboliseren. Denk aan een tent op een vlak dat de gehele camping aangeeft. Dit is ook afhankelijk van de schaal. Op een schaal van 1:25.000 zal een stad als een vlak (de bebouwde kom) worden weergegeven. Op een schaal van 1:2.500.000 zal dat echter een (abstract) puntsymbool worden. Omgekeerd kunnen ook puntobjecten door een symbolisch, 'figuratief' vlak worden afgebeeld. Denk aan met olie vervuilde locaties. Ook al weet je de exacte vorm niet, en verschillen die olievlekken steeds, je kan dit toch als een vlak weergeven.

Dienen puntgegevens geclassificeerd te worden op basis van **grootte** (zoals het aantal inwoners van steden of het aantal ongelukken per kruispunt), dan zal het puntsymbool gebruikt moeten worden; de grootte van het punt dient dan proportioneel te zijn met de aantallen. **Bij aantallen (absolute waarden) dienen dus puntsymbolen te worden gebruikt, waarvan de grootte (lengte bij staafdiagrammen, oppervlakte bij cirkeldiagrammen) proportioneel is met die waarde.**

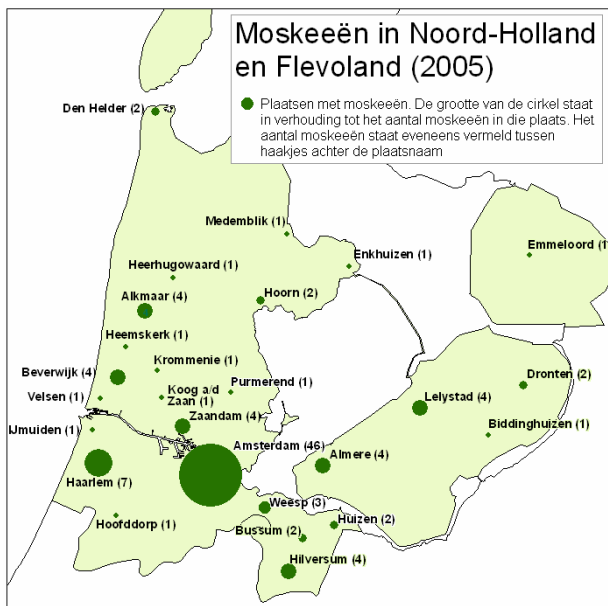
Andersom geldt: Dienen van deze puntgegevens **percentages** te worden weergegeven (zoals het percentage inwoners zonder EU-nationaliteit, of het percentage ongelukken per gemeente) dan kan voor wat betreft de locatie beter niet worden uitgegaan van het punt, maar van het vlak; de percentages hebben immers hun geldigheid binnen het gebied waarin die data is gemeten, in dit voorbeeld is dat de gemeente. **Bij percentages (relatieve waarden) dienen dus vlaksymbolen te worden gebruikt, waarvan de kleur in verhouding staat tot die relatieve waarde.**

Puntsymbolen zijn onder te verdelen in:

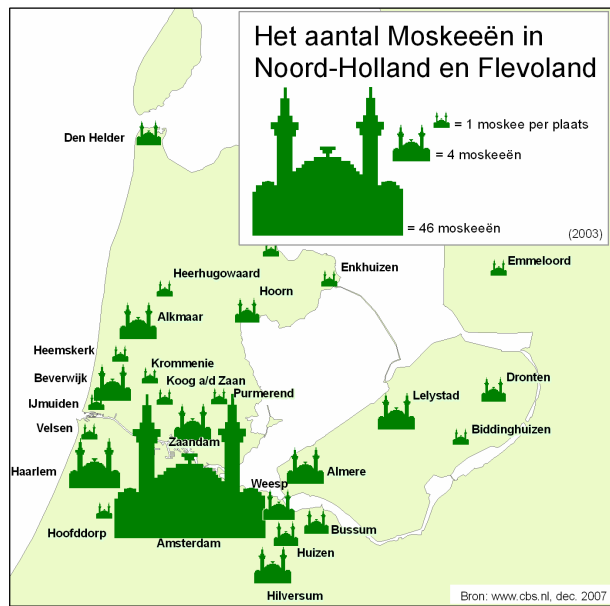
- **abstracte symbolen** of geometrische symbolen (zoals cirkels, bollen, vierkantjes, driehoeken) en
- **figuratieve symbolen** (zoals een 'tent' voor een camping, een staaf dynamiet of een 'bom' voor een aanslag, et cetera). Figuratieve symbolen laten modelmatig zien hoe het object er in werkelijkheid ook uit ziet.

Beide soorten puntsymbolen geven uiteraard aan op welke locatie die objecten of verschijnselen zich voordoen.

Hieronder twee keer dezelfde gegevens over aantallen Moskeeën in Noord-Holland en Flevoland:



Aantallen moskeeën per plaats proportioneel weergegeven met **abstracte symbolen**.



Aantallen moskeeën per plaats proportioneel weergegeven met **figuratieve symbolen**.

Beide keren zijn de symbolen proportioneel weergegeven, links met abstracte symbolen, rechts met figuratieve symbolen. Uit de tekst hieronder blijkt dat er in dit geval de voorkeur uitgaat voor abstracte symbolen, omdat de wisselende grootte van abstracte symbolen bij grotere (uiteenlopende) aantallen beter is te schatten dan die van figuratieve symbolen. Let op: in beide gevallen gaat het om een figuratieve kaart. (Meer opties hoe dit weergegeven kan worden, zie twee modules terug.)

TIP1: Merk op dat het symbool van de moskee (rechts in het figuur) te ruw is gedigitaliseerd. Door het oplazen van het symbool - iets dat automatisch is gebeurd door het GIS - blijkt het oorspronkelijke 'pictogram' van de moskee plotseling toch niet nauwkeurig genoeg. Kies je symbolen dus met zorg: kies bij voorkeur vectorformaten boven rasterformaten. Maak je toch gebruik van rasterformaten, zorg dan voor een grote afbeelding met veel pixels of een hoge resolutie.

De keuze voor **abstracte symbolen** verdient vaak de voorkeur:

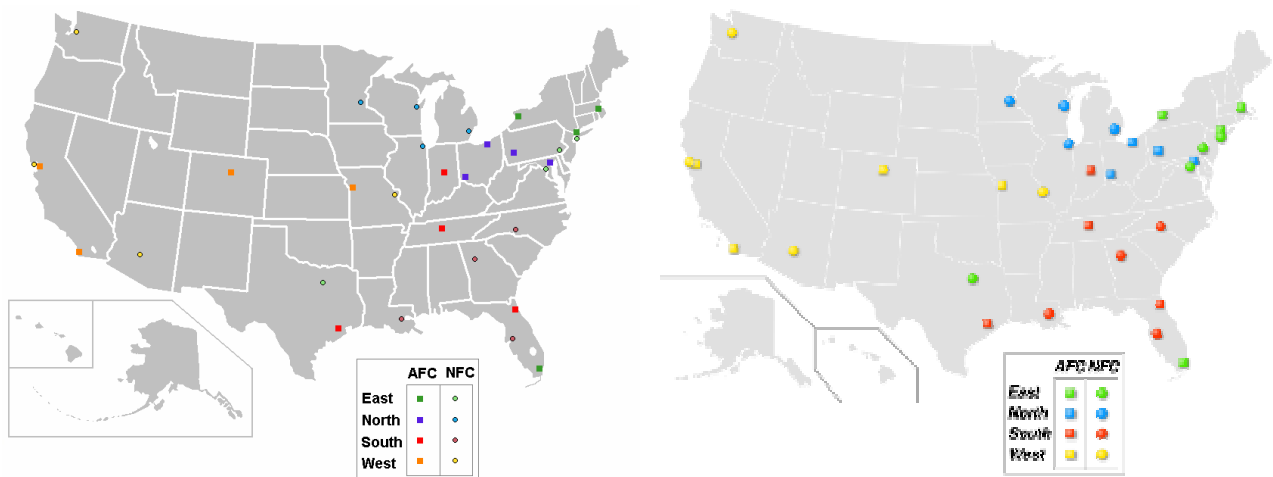
- wanneer het om veel objecten gaat. Bijvoorbeeld alle plaatsen van een provincie.
- wanneer spreiding van het fenomeen/object ("Waar zijn de meeste grotten?") belangrijk is. De herkenbaarheid van het symbool is niet nodig, omdat slechts één symbool (of twee symbolen) gekarteerd zijn. De kaartlezer laat zich dan niet afleiden door ingewikkelde / mooie figuratieve symbolen. De kaart levert zo een goed overzicht en is geschikt voor een visuele analyse / verkenning van de kaart. Bertin noemt zo'n kaart 'een kaart om te zien' (zie deel A).
- wanneer (veel) verschillen in grootte moet worden aangegeven voor die puntsymbolen. Figuratief is dan namelijk niet zo duidelijk.
- bij thematische kaarten.

De keuze voor **figuratieve symbolen** verdient vaak de voorkeur:

- wanneer het om weinig symbolen gaat, maar er komen meerdere soorten symbolen voor.
- wanneer enkele symbolen - die niet te vaak voorkomen - belangrijker zijn dan de overige symbolen. Daardoor krijgen die symbolen extra aandacht. De overige symbolen kunnen dan eventueel met (kleinere en minder opvallende) abstracte symbolen worden gerepresenteerd.
- bij een breed publiek (brede doelgroep) dat niet zo bekend en handig is met het lezen van kaarten en legenda's.

- wanneer het vóórkomen van een fenomeen/object ("is er een grot op die ene plek?") belangrijker is dan het gehele overzicht. Denk aan een kaart voor een reisgids. Bertin noemt zo'n kaart 'een kaart om te lezen' (zie deel A).
- wanneer er genoeg ruimte is op de kaart.
- bij topografische (of referentie) kaarten.

Een goede (punten)kaart maken zit 'm vaak in zeer subtiele punten, zoals de kleur ten opzichte van de achtergrond, de juiste grootte van de symbolen. Vergelijk onderstaande twee kaarten maar eens. De linker kaart is niet fout. Kleuren en vorm zijn redelijke bewust gekozen. Hij is vervolgens toch onderhanden genomen door een cartograaf, die er de rechter versie van maakte.



*Locatie van footballteams in de VS,
originele versie.*

*Locatie van footballteams in de VS,
verbeterde versie.*

De verbeterde versie kent:

- grotere symbolen; de gehele kaart wordt 'meer gevuld'
- lichtere achtergrond, minder opvallende (*state*)grenzen
- schaduw werking, waardoor de symbolen meer 'boven' de kaart lijken te hangen.
- oranje leek te veel op rood en is gewijzigd in geel. Ook de andere kleuren zijn net iets verbeterd.
- De zwarte omranding maakte de NFC-symbolen slecht onderscheidbaar, doordat er per symbool minder kleur te zien was. De bij de NFC aangesloten teams lijken minder hierdoor minder belangrijk of groot te zijn dan de bij de AFC aangesloten teams. Door voor een afwijkende vorm te kiezen en de zwarte omranding weg te laten, lijkt in de nieuwe kaart de NFC nu wel weer net zo belangrijk als de AFC.

Alle acties zorgen overigens eveneens voor een betere visuele hiërarchie (zie Deel C, kaartopmaak).

TIP2: Een kaart met alleen maar figuratieve symbolen kan soms erg onrustig worden. Alle stations in Nederland met een NS-logo weergegeven is dan niet slim. Dat is juist wel weer slim als het om een stadspattemgrond gaat, waar dit station maar één of enkele keren voorkomt.

TIP3: Figuratieve symbolen moeten ook echt duidelijk zijn voor het overgrote deel van de kaartlezers; op die wijze hoeft de legenda niet steeds geraadpleegd te worden. De kracht van het symbool wordt dan daadwerkelijk gebruikt.













Kaart van een toeristisch gebied. Door figuratieve, eenvoudige symbolen, is snel duidelijk wat waar te doen is. Door de symbolen te groeperen, en deze qua kleur en vorm overeenkomstige grafische variabelen te geven, is de kaart toch rustig. Iemand die niet in natuur is geïnteresseerd, ziet snel waar die wél moet zijn.


NB: In de figuur zijn symbolen te zien die deels abstract zijn (omtrek en kleur) en deels figuratief (inhoud / binnenkant). Daarmee herbergen deze symbolen zowel grafische variabelen die er voor zorgen dat er overzicht is ('een kaart om te zien'), als dat er detailinformatie uit kan worden afgelezen ('een kaart om te lezen').


TIP4: Veel verschillende soorten figuratieve symbolen kunnen ook voor veel onrust of een matig leesbare kaart zorgen. Groeperen op kleur en of vorm is dan vaak een uitkomst; zie figuur hierboven. Het is toeristische kaart, waarop erg veel verschillende symbolen voorkomen. Alle culturele uitstapjes (zoals musea en bioscopen) worden gesymboliseerd met museum- en standbeeld-figuurtjes in paars en in een 'huisje' ('dat symbool roept: 'dit is binnen!'). Aan de andere kant worden alle natuuruitstapjes (zoals wandelmogelijkheden en bosrijke omgevingen) gesymboliseerd worden met groene, ronde symbolen. Vorm en kleur versterken elkaar dus. Volgens Bertin is dit een 'kaart om te lezen', immers, er van elk punt kan je in de legenda lezen wat daar te doen is. Gelijkijdig is dit volgens Bertin ook een 'kaart om te zien', immers, er is wordt snel een overzicht mogelijk gemaakt waar voornamelijk culturele uitstapjes en waar voornamelijk natuuruitstapjes voorkomen.


Bovenstaande figuur, is een voorbeeld van hoe de cartograaf Bertin een goede kaart het liefst wil zien; als een medium dat zowel overzicht geeft ('kaarten om te zien', of "Op wat voor plekken komt iets vaak of juist minder vaak voor?") als geschikt is om detailinformatie in te vinden ('kaarten om te lezen', "Wat kan ik op die ene plek vinden/doen?"). P. Benjaminse^[3] omschrijft dit als volgt: "Een kaart moet bij een eerste oppervlakkige beschouwing (waar ben ik, waar wil ik heen?) beeldvorming geven en bij nadere bestudering detailinformatie bieden (welke reismogelijkheden heb ik?). Dit 'lezen in niveaus' moet onderstreept worden door een goed gebruik van grafische variabelen."


	Camping (alleen hoogseizoen open)		Openbaar museum
	Camping (gehele seizoen open)		Particuliere tentoonstelling
	Hotel 's winters gesloten		Benzinepomp 24/7
	Hotel gehele seizoen open		Benzinepomp (beperkt open)
	Café (9-23 open)		
	Café (24H open)		

'Slimme (punt)symbolen'; (zie tekst).

 **TIP5:** (soortgelijk als bij tip 4) Heb je 'soortgelijke' (punt) symbolen in de kaart, geef die dan een identieke vorm, en wijk qua kleur of vulling licht af. Zie het voorbeeld van de legenda hierboven. Het *zijn* veel symbolen, maar het *lijken* minder symbolen. Je ziet de symbolen steeds paarsgewijs. Doordat de helft van de symbolen 'minder vol' of minder gekleurd zijn, weet het brein van de kaartlezer al - zonder naar de legenda te hoeven kijken - dat er iets mis mee is met deze helft. Liever gezegd, hij weet al bijna onbewust zeker dat de camping, het hotel, de benzinepomp of het café niet altijd open is, niet openbaar, of wat dan ook ('kaart om te lezen'). Gelijkijdig levert ook dit kaartbeeld een goed overzicht van waar überhaupt hotels (of de andere objecten) zich bevinden ('kaart om te zien'). Op soortgelijke wijze kunnen ook verschillen in wel of niet overdekt, wel of niet geschikt voor gehandicapten en dergelijke worden gesymboliseerd.

 **TIP6:** Merk op dat alle legenda-items met kleine letters beginnen en niet met een hoofdletter. Dat zorgt voor een rustige, leesbare legenda. Met hoofdletters suggereer je steeds weer nieuwe zinnen, waardoor de legenda wat *staccato* overkomt. Met kleine letters komen de legenda-items meer als een bij elkaar horend geheel over.

 **TIP7:** Hoe groter (figuratieve) puntsymbolen worden weergegeven en hoe vreemder de vorm, hoe lastiger voor de kaartlezer het middelpunt is te bepalen. Wanneer afstanden van belang zijn, maak de symbolen dan niet onnodig groot en vreemd van vorm.

 **SAMENVATTING:** Abstracte symbolen zijn vaak nodig als er één thema met veel punten gesymboliseerd moeten worden. Dit zijn vaak 'kaarten om te zien', waarbij spreiding van het fenomeen voorop staat. Figuratieve symbolen zijn vaak nodig als er meerdere object(soorten) - dan liefst niet te veel - op een kaart getoond moeten worden. Figuratieve symbolen dienen ook zonder legenda al duidelijk te zijn bij een breed publiek. Bij erg veel (verschillende) figuratieve symbolen dienen deze symbolen gegroepeerd te worden op soort, waarbij de soorten op liefst twee grafische variabelen verschillen, zoals kleur en vorm.

2.2 Lijnsymbolen

In de figuur waar de grafische variabelen zijn besproken staan meerdere opties van hoe je lijnobjecten kan visualiseren. Ook jouw GIS-software kan een bijna oneindig aantal lijnsymbolen (zo-gestreept, zus-gestreept) uitspugen. En die kunnen weer in allerlei diktes en kleuren worden weergegeven. In de paragrafen hieronder zijn enkele voorbeeldfiguren opgenomen waarin de belangrijkste aspecten die juist bij het visualiseren van lijnobjecten naar voren komen.

Wat haast onmogelijk is, is om lijnen figuratief weer te geven. De snelweg in de eerste figuur van deze module, is niet figuratief; het is een combinatie van meerdere lijnen. De middenberm en de vangrails aan de zijkant zouden misschien symbool hebben kunnen staan voor al die zwarte lijnen van deze snelweg. Het *lijkt* daardoor min of meer figuratief, maar het is feitelijk gezien nog steeds een lijnobject dat met abstracte visuele grafische lijnen en kleuren wordt weergegeven. De hoogspanningsleiding of

kabel - links in beeld weergegeven met bliksemschichten - is wel figuratief weergegeven. Dit is echter niet erg duidelijk; de ligging van de lijn is hiermee onduidelijker geworden, en de bliksemschichten maken wellicht de kaart erg druk, of zorgen wellicht voor onleesbare andere symbolen.



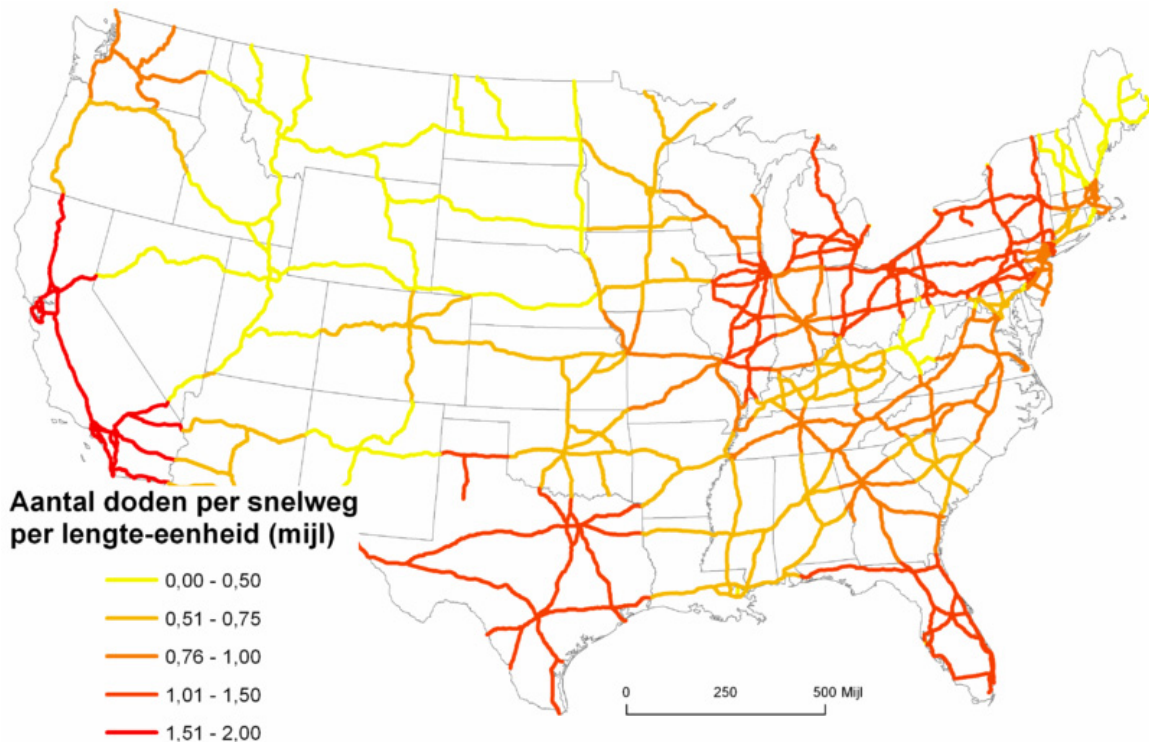
Hoe figuratieve puntsymbolen de betekenis van lijnsymbolen verder kunnen verbeteren en ondersteunen. Een legenda blijft vrijwel altijd nodig. (Zie verder tekst).

Wat wel goed mogelijk is om de lijnsymbolen te laten ondersteunen door al of niet vaak terugkerende puntsymbolen *naast* (op op) de lijn. Dat kan een (route)nummer van die weg zijn, maar ook een (liefst:) figuratief puntsymbool, zie figuur. Het gaat hierbij meestal om **kwalitatieve** gegevens van zo'n lijn. De gekozen symbolen moeten dan wel de juiste bijpassende associatie uitstralen. In de figuur zijn drie soorten personen weergegeven naast een wandelroute. Zou de wandelroute een korte relaxwandeling zijn waar ieder soort publiek zou kunnen wandelen, dan is alléén het onderste puntsymbool juist. Merk op dat een eventueel gewenste (loop) richting op deze wijze ook kan worden weergegeven. Een goed alternatief voor pijlen...

Bij **kwantitatieve** gegevens visualiseren van lijnobjecten zijn de **dikte** en de **kleur** (beter gezegd: grijswaarde!) (beiden al of niet gezamenlijk/gecombineerd), de beste optie wanneer je zoekt naar de juiste grafische variabele. Zie de figuur van de VS met het aantal snelwegdoden.

Met behulp van pijlen kan de daadwerkelijke richting of stroming visueel worden aangegeven. Die pijlen kunnen door het GIS automatisch worden geplaatst voor alle lijnobjecten of een selectie er uit. Dat kan alleen goed en geheel geautomatiseerd indien het bestand topologisch correct is en geheel objectgeoriënteerd. Met route- en navigatiesoftware is dat bijvoorbeeld altijd het geval. De pijlen kunnen echter ook handmatig worden toegevoegd. In het figuur met de wandelroutes staan op het wegdek van de straten pijlen die eenrichtingsverkeer aangeven. Dit is uiteraard ook voor sommige andersoortige lijnobjecten heel nuttig. Denk aan het steeds maar groeiend aantal pijpleidingen die van Rusland naar Europa gas en olie transporteren. *Mét* een pijl bij zo'n lijn - dus *mét* het aangeven van

de richting waarin de olie of het gas stroomt - is de onderlinge economische en financiële afhankelijkheid plotseling duidelijk geworden.



Het aantal snelwegdoden in de VS. Voor een bespreking van deze kaart, zie: De noodzaak van het normaliseren in module 8

Tot slot de opmerking dat lijnen ook als vlakken kunnen worden weergegeven. Denk aan rivieren maar ook aan wegen in het hierboven besproken voorbeeld. Zeker wanneer flink is ingezoomd op 'lijnen' - dus bij grootschaligere toepassingen - dan is het voor die objecten visueel aantrekkelijk en realistischer om die lijnen als vlakken weer te geven. Feitelijk gebeurt dit ook in navigatiesoftware. Van de straten en rotondes zijn alleen de wegmiddens weergegeven. Visueel krijgen deze lijnobjecten op het navigatiescherm een wegbreedte mee die afhankelijk is van het soort weg (fietspad, wijkweg, snelweg, en dergelijke).



LEGENDA

Spoorwegen:

- geëlektrificeerd (enkel- / dubbel- / meersporig)
- niet geëlektrificeerd (enkel- / dubbel- / meersporig)
- uitsluitend goederenvervoer (enkel- / dubbel- / meersporig)
- VSM museumspoorweg
- niet in exploitatie
- lightrail

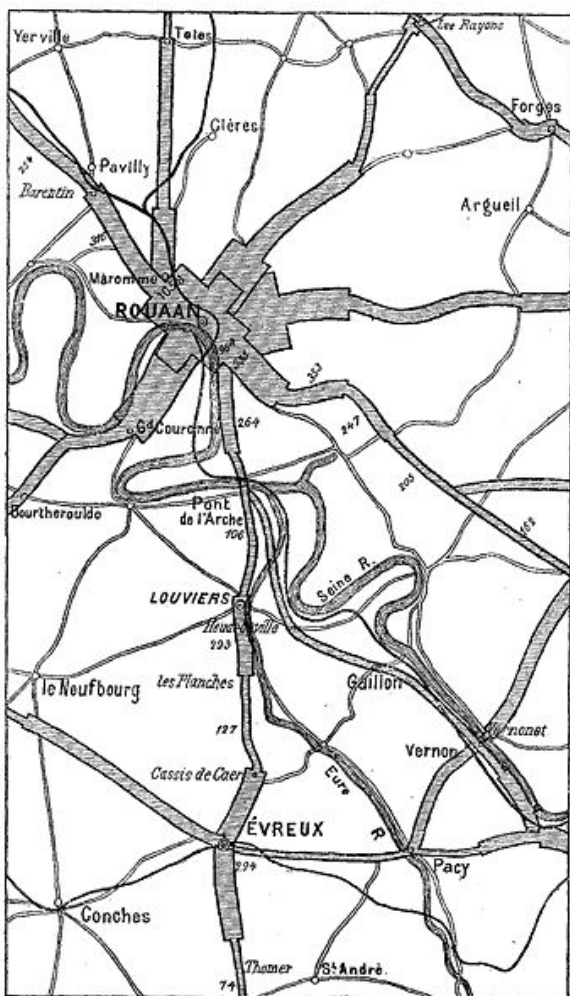
Fragment van een deel van de Spoorkaart van ProRail (1:300.000), in de omgeving van Nijmegen (zie tekst en legenda rechts).

(Gedeelte) van (bijbehorende) legenda met lijnsymbolen waarvan de dikte afhankelijk is van kwantitatieve data: aantal sporen per traject

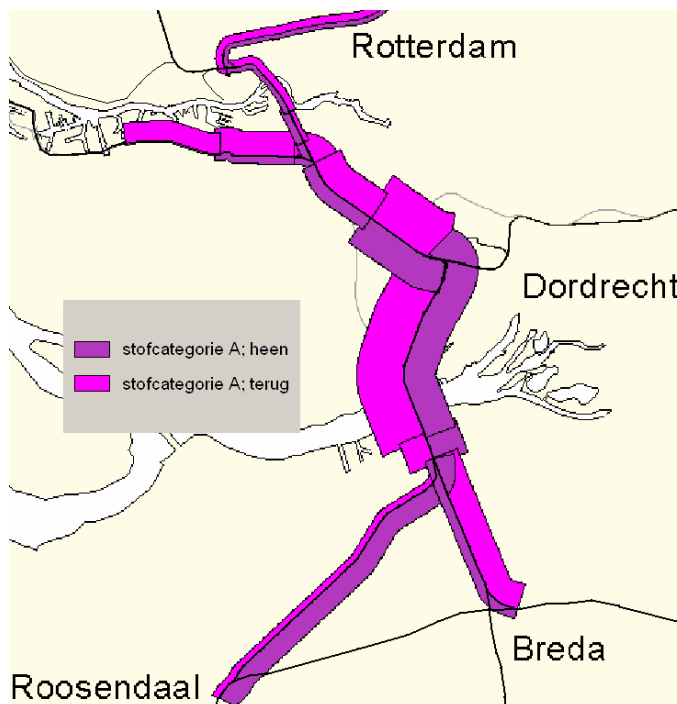
TIP1: Pas wel op dat je bij het kiezen van lijnstijlen niet te veel soorten door elkaar gebruikt. Het onderscheid is visueel vaak lastig te maken, omdat in de kaart al die lijnstijlen lastig uit elkaar zijn te halen.

TIP2: Ga bij het bedenken van legenda's (dus het kiezen van de juiste grafische variabelen) systematisch te werk. Zie bijvoorbeeld het fragment uit de hierboven afgebeelde spoorkaart van Nederland, met daarop de sporen zowel kwalitatief als kwantitatief weergegeven!: Het geëlektrificeerd spoor is hierop rood, waarbij een dunne, rode lijn enkelspoor is, dikker en rood is twee sporig, nog dikker en rood is meersporig. Het ongeëlektrificeerd spoor is blauw maakt. Maar hier is de dikte weer consequent toepast; dus: ongeëlektrificeerd enkelspoor is dun en blauw, tweesporig is iets dikker en blauw, en meersporig is nog dikker en blauw. We hebben dus 6 legenda-eenheden, maar de er zitten slechts twee soorten logica die de kaartlezer hoeft te onthouden: 1) van blauw ('kleur van de *stalen rails*') naar rood ('kleur van gevaar en hoogspanning van de bovenleiding') betekent van ongeëlektrificeerd naar geëlektrificeerd. 2) van dun naar (steeds) dikker is steeds meer spoor. De kleur geeft hier de kwalitatieve verschillen weer, de dikte de kwantitatieve verschillen. Het raadplegen van de legenda door de kaartlezer zal hierdoor minder frequent hoeven te gebeuren. Overigens, deze tip over het systematisch te werk gaan bij het kiezen van symbolen geldt uiteraard niet alleen voor lijnsymbolen.

In het verlengde van Tip 2 van hierboven het volgende. Wanneer de kwantitatieve verschillen sterk en veel variëren, kunnen deze lijnobjecten omgezet worden in vlakobjecten waarvan de breedte afhangt van de aantallen. Zie de twee figuren hieronder. Het zijn in feite twee exact dezelfde soort kaarten, waarbij de gegevens op exact dezelfde manier zijn weergegeven, ook al zit er 150 jaar en veel techniek tussen beide kaarten...



Verkeersintensiteit weergegeven op de wegen tussen Rouen en Évreux, Frankrijk, omstreeks 1850 door Charles Minard.

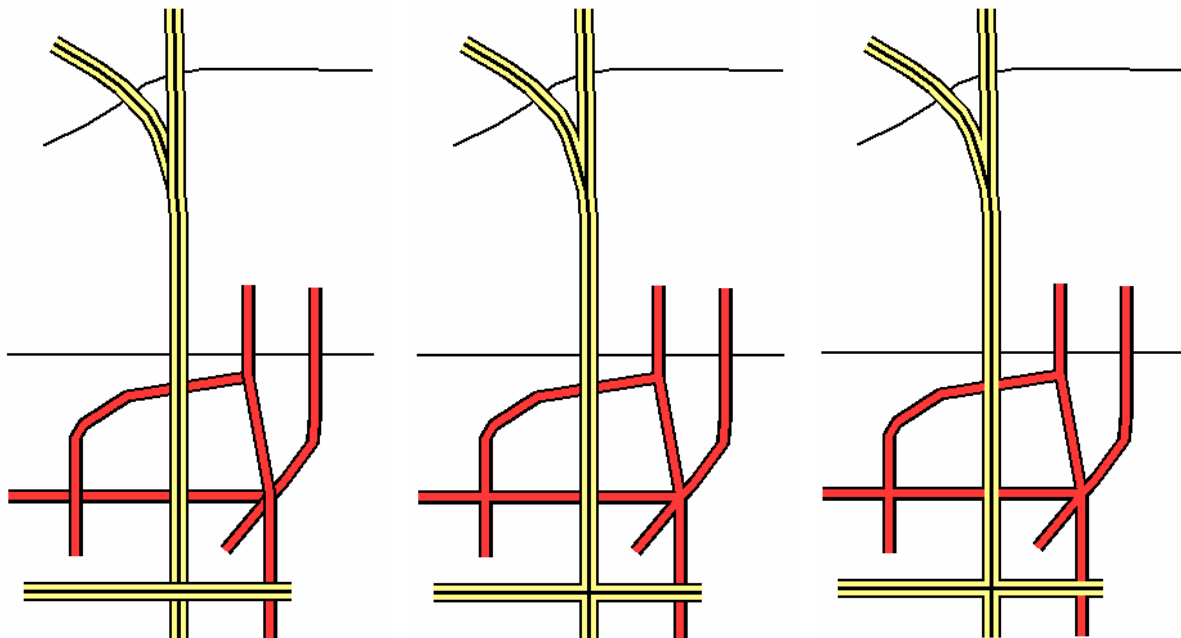


Visualisatie van vervoer van bepaalde stoffen over het spoor. Hoe meer transport, hoe dikker de 'lijn', links of rechts van het spoor.

- Het voorbeeld links is een historisch voorbeeld. Het is handmatig getekend door Charles Minard (zie ook de 'Napoleonkaart van Minard' in Visualisatie en geo-visualisatie). Het toont de verkeersintensiteit op de wegen tussen Rouen en Évreux, Frankrijk, omstreeks 1850. Als ingenieur was Minard belast met de ontwikkeling van goederentransport. Hij heeft dan ook veel van dergelijke kaarten - als eerste - gemaakt[4].
- Het rechter voorbeeld is gemaakt met een aparte GIS-tool die lijnen omzet in vlakken met de juiste dikte en een binnen- en buitenlijn die exact 'meeloopt' met de lijn / weg zelf. Tot 1998 moest je die GIS-tools zo ongeveer zelf programmeren, nu zitten die tools bij de grotere GIS-desktop-programma's gewoon ingebakken. In dit voorbeeld zijn de vervoersstromen zelfs in twee richtingen ('heen' en 'terug') gevisualiseerd. De 'vlakken heen' zijn 'links' van de lijn geplaatst, de 'vlakken terug' zijn 'rechts' van de lijn geplaatst.

NB: De dikte van deze lijnen in deze laatste twee voorbeelden is dus niet symbolisch -zoals dat wel het geval was bij de spoorkaart met wel en niet geëlectriceerde trajecten-, maar is exact bepaald op basis van de kwantitatieve data.

TIP3: Ga de mogelijkheden na van jouw GIS-pakket daar waar het gaat om het samenvoegen van lijnen van dezelfde (Engelse ArcGIS-term: 'mergen') of een andere soort (Engelse ArcGIS-term: 'joinen'). In onderstaande drie kaartfragmenten zijn wegen weergegeven in drie types: snelwegen (geel), hoofdwegen (rood) en lokale wegen (zwart). In de linker figuur zijn de wegen weergegeven zoals elke GIS die 'samengestelde lijnen' weer kan geven: de individuele lijnen liggen gewoon over elkaar heen. In de twee rechter figuren zijn de individuele lijnobjecten op verschillende wijze aan 'cartografisch aan elkaar gekoppeld'. Je maakt op deze manier maximaal gebruik van de mogelijkheden die je GIS biedt om cartografisch en toch eenvoudig verantwoorde kaarten te maken. Uiteraard geldt; wegen die *niet* met elkaar in verbinding staan, mogen *niet samengevoegd* worden... Dat betekent dat wanneer je dergelijke kaarten wilt maken, dat je dan in je GIS-(data-) model (zie module 'Vervolg GIS') onderscheid moet maken in wegen die gelijkvloers of ongelijkvloers kruisen, omdat niet alle wegen samengevoegd moeten worden.



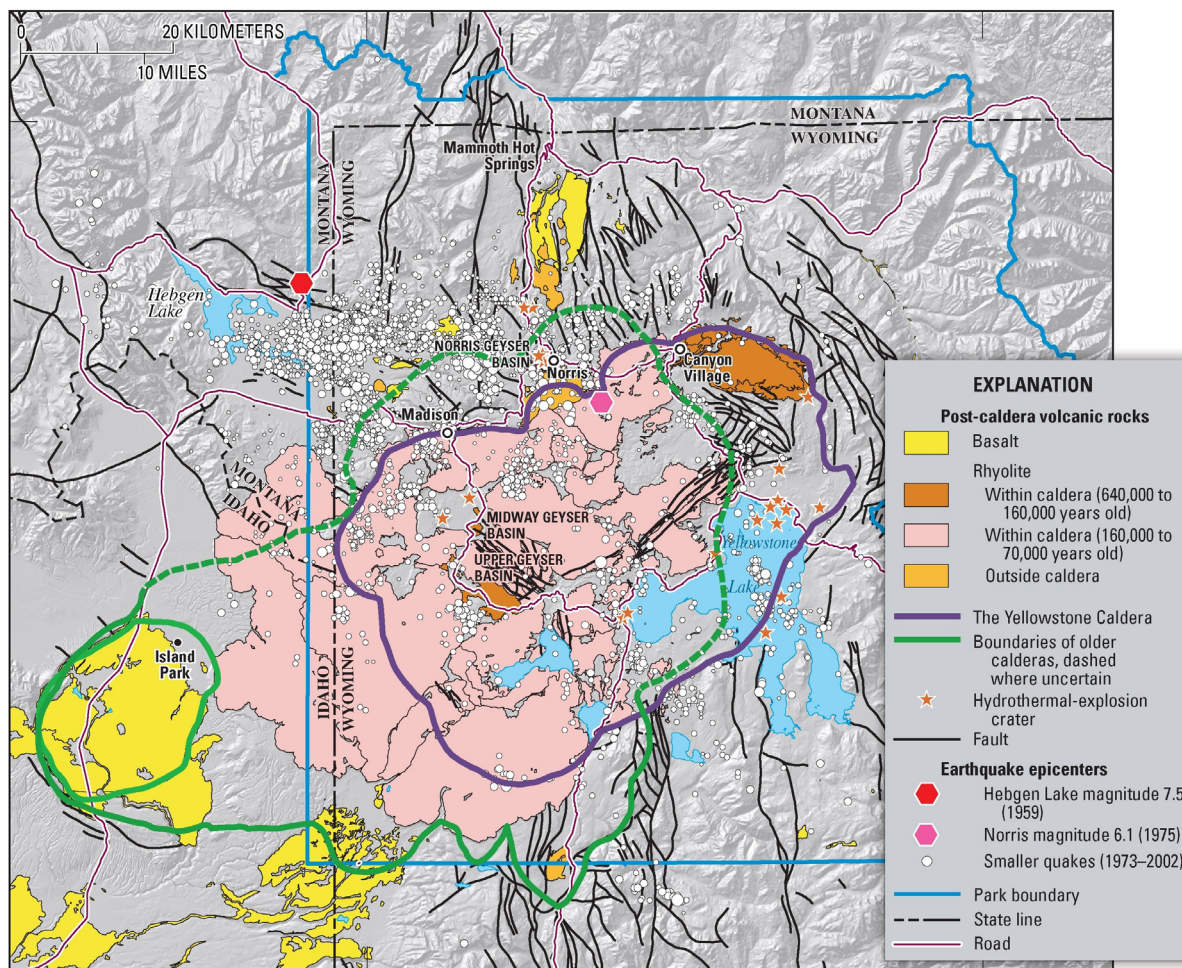
Lijnobjecten gesymboliseerd door samengestelde lijnen, zonder 'merge' en 'join' optie.

Lijnobjecten gesymboliseerd door samengestelde lijnen, zonder 'merge' en met 'join' optie.

Lijnobjecten gesymboliseerd door samengestelde lijnen, met 'merge' en 'join' optie.

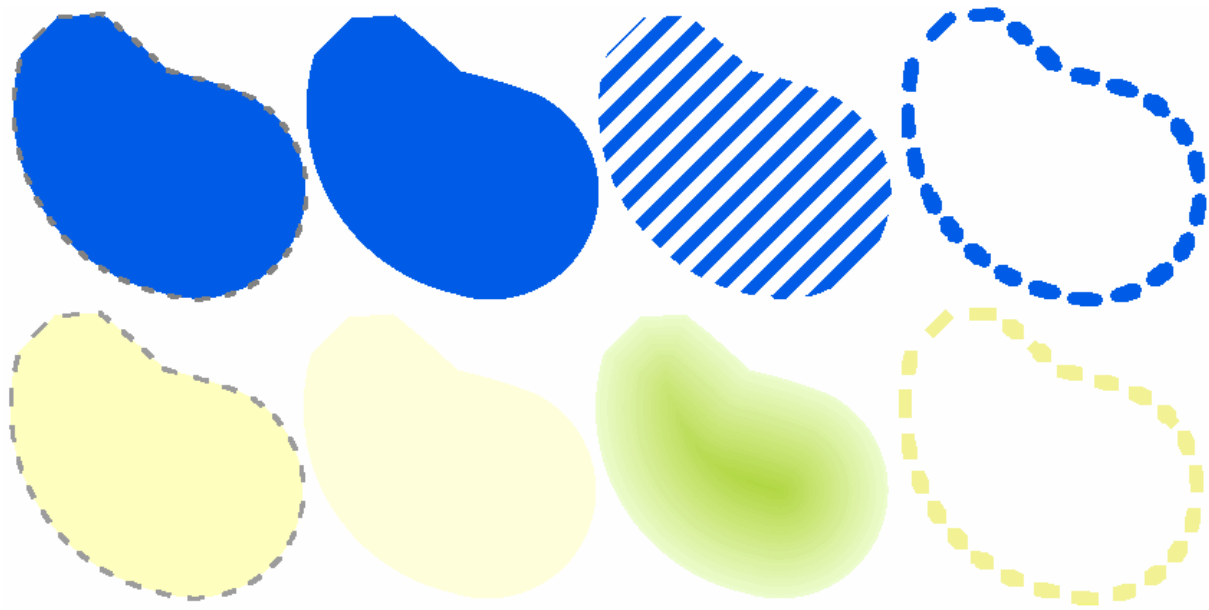
2.3 Vlaksymbolen

Het eerste deel van deze module ging vrijwel alleen maar over vlaksymbolen. Er wordt hier niet opnieuw op vlaksymbolen ingegaan. Wel nog wat extra opmerkingen over het visualiseren van bijzondere soorten vlakken.



Kaart van de geologie van het Yellowstone National Park. De groene lijn geeft - waar gestippeld - een vage grens weer.

Vage grenzen zijn iets anders dan fuzzy grenzen (zie Deel A., Inleiding GIS, Eigenschappen van geo-informatie). Bij vage grenzen speelt veranderlijkheid en onzekerheid van het verschijnsel namelijk een rol. Denk aan vogelhabitatgrenzen; waar houdt het gebied waar de zeearend voorkomt exact op? Ook bij geplande woonwijken, of te verwachte ontwikkelingen bij stadsuitbreidingen kunnen grenzen niet altijd hard gemaakt worden. Of om wetenschappelijke / onderzoeksredenen is de grens niet goed bekend (zie het figuur van yellowstone National Park), maar slechts ongeveer. Wanneer dit in symbologie moet worden omgezet moet de symbologie deze veranderlijkheid en onzekerheid ook visueel representeren. Opdat er niet de indruk wordt gewekt dat er allerlei harde conclusies aan de gekarteerde grens kunnen worden getrokken. Om lastige of onterechte vragen te voorkomen - feitelijk: verkeerde beeldvorming te voorkomen - bij voorlichtingscampagnes is het verstandig om onzekere grenzen ook onzeker te visualiseren.



Het karteren van vage grenzen, enkele voorbeelden (zie tekst).

Vage grenzen van vlakken (en deels ook lijnen!) kunnen visueel gesymboliseerd worden door (in opklimmende mate van onzekerheid, zie ook het tweede figuur):

- grijze in plaats van zwarte lijnen (voor de omtrek)
- gestippelde in plaats van doorgetrokken lijnen (voor de omtrek)
- het weglaten van lijnen / de omtrek
- een vlak met lichtere (meng) kleuren weergegeven in plaats met harde (primaire) kleuren
- het vlak gestreept weer te geven, of middels een (figuratief) symbool dat het vlak niet geheel vult
- een vlak niet scherp maar onscherp weer te geven (een zogenaamde 'lage focus')
- schetsmatig te tekenen

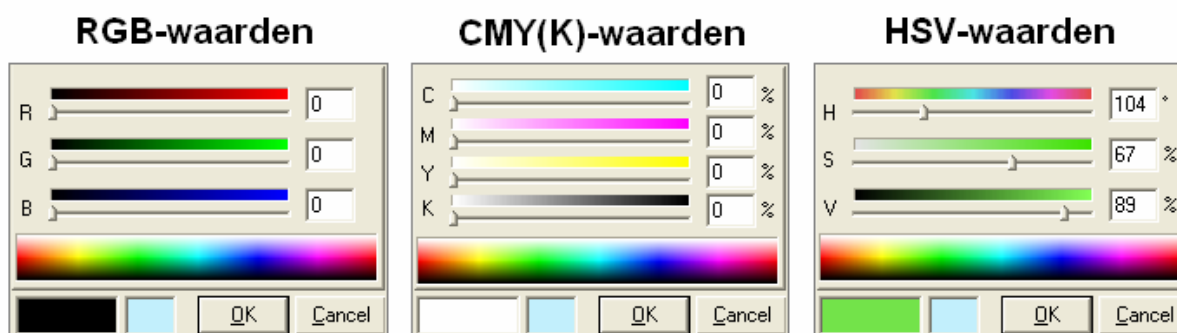
Deze laatste optie is in principe niet met een GIS uit te voeren, maar wordt onder andere gebruikt bij publiekscontacten waarbij overheden en of projectontwikkelaars zich nog niet hard kunnen of willen laten afrekenen op wat op dat moment in kaart wordt gebracht. Overigens, een ander groot voordeel van tekenen boven (digitale) GIS-kaarten is dat deze wat vrolijker, simpeler over kunnen komen, en dat hier nog makkelijker weggelaten kan worden wat maar beter niet in beeld moet komen. Paadjes zijn leuk met bruin te schetsen, breder dan ze in werkelijkheid zijn, winkeltjes zijn groot en met mooie kleuren in beeld te brengen, de bomen dragen natuurlijk bloesemen, in het straatbeeld staat alleen een mooie Porsche, de concurrent en de vuilnishoop ernaast worden kleiner, met onopvallende kleuren of niet weergegeven, et cetera.

3. Kleuren

In dit deel B is het onderwerp 'kleur' al een aantal malen aan de orde gekomen; bij het classificeren en middels de legenda hebben de symbolen al bepaalde kleuren meegekregen. Kleuren spelen daarnaast ook bij de kaartopmaak een rol. Denk aan de kleuren van de kaartframes, labels, titels, enzovoort. Zie hiervoor eventueel Deel C. Afhankelijk van de media, het doel, het onderwerp waarmee de kaarten verspreid worden (drukkerwerk, printers of het scherm) is het van belang om kleuren goed te kiezen. Al deze onderwerpen komen hier onder aan de orde. Ook komt weer een stuk theorie over de kleur naar voren.

Via je GIS-software of grafische tekenpakketten kan je elke kleur die je maar wilt kiezen. Er zijn verschillende systemen om kleuren te selecteren, zie onderstaand figuur:

**Kleurselectie kan op verschillende (uitwisselbare) manieren,
namelijk via het instellen van:**







Het is logisch dat er verschillende kleur(meng)systemen bestaan, omdat bij drukken en printen kleuren op een andere manier ontstaan dan op een scherm (zie ook het onderstaande figuur). De drie bovenstaande selectiemethoden worden hieronder toegelicht. Toch is het voor de nieuwsgieriger lezer verstandig om bovenstaande drie selectiemethoden, en vooral de 'kleur-schuifjes' die er op zichtbaar zijn, in relatie met de genoemde percentages / getallen ernaast, eens heel goed te bekijken. Er is al heel veel uit af te leiden. Lees anders eerst de drie volgende paragrafen, en bekijk bovenstaande afbeelding dan nogmaals. Als het goed is begrijp je dan elk 'schuifje'.

3.1 Het HSV-systeem

HSV staat voor Hue (welke kleurtint (golflengte, of 'kleur uit de regenboog' wordt gebruikt), Saturation (de verzadiging van de kleurtint) en de Value (de mate van bijmenging van zwart). Met verzadiging wordt bedoeld hoeveel er van die kleurtint gebruikt wordt ten opzichte van het bijgemengde zwart. 100% verzadigd betekend de kleur zelf zonder bijmenging van zwart. 0 % verzadigd is zwart of grijs, en ziet er voor elke kleur dus hetzelfde uit; immers, er is 0% kleur toegevoegd.

Hieronder zie je ee voorbeeld van hoe de drie variabelen onafhankelijk van elkaar er uitzien wanneer deze variëren:

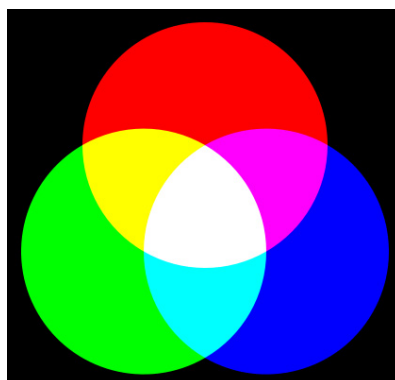
	grootheid	voorbeeld-gradiënt	bereik
H	tint ('hue')		van blauw-violet naar groen
S	verzadiging ('saturation')		van 0 naar 75% verzadiging
V	intensiteit ('value')		van 0 naar 60% intensiteit

 **TIP:** De intensiteit laten afnemen oftewel de kleur donkerder maken, gebeurt vaak bij kleurenschema's waarbij de hoogste / donkerste klassen extra onderscheid behoeven. De kleur loopt dan van lichtroze naar 100% rood, waarna er in één of meer klassen daarboven zwart wordt toegevoegd.

Kleur:	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw	Indigo	Violet
	R	O	G	G	B	I	V
Golflengte (nm):	690	610	580	530	470	430	400

Er zijn uiteraard meer tussenliggende golflengten, maar hierboven zie je de meest basale golflengten en hun kleurnamen die de mensen daaraan hebben gegeven. Let op: in het besturingssysteem Windows van Microsoft wordt ook wel het HSB-systeem gebruikt, waarin de H weer voor Hue (tint) staat, de S weer voor Saturation (verzadiging), en de B voor Brightness. Dit is net weer een ander systeem dus.

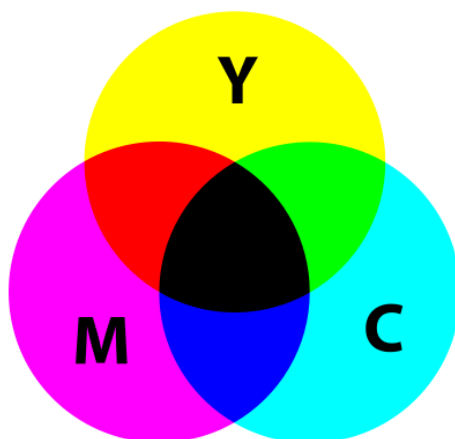
Bovenstaande kleuren (golflengten) worden op een beeldscherm en op papier nagebootst door het combineren van kleuren. Dat kan omdat het menselijk oog die exacte golflengten toch niet zo nauwkeurig kan waarnemen. Bij een beeldscherm gebeurt dat met het additief mengen van kleuren, op papier gebeurt dat door het subtractief mengen van kleuren. In onderstaande twee paragrafen worden deze twee manieren van het nabootsen van kleuren uitgelegd.



Het additief mengen van kleuren zoals bij beeldschermen; het RGB-systeem Het is te vergelijken drie verschillend gekleuren met lichtspots die op het toneel een (wit) object verlichten. Daar waar ze over elkaar heen vallen, is het object wit te zien.

3.2 Het RGB-systeem

Een beeldscherm werkt met de scherpixels waarbij Rood (R), Groen (G) en Blauw (B) per pixel niet, maximaal, of daar iets tussen in worden opgelicht. Geen oplichting van alle kleuren R, G en B toont een zwarte pixel. Maximale oplichting van alle kleuren R, G en B levert een witte pixel. Daartussen in verschijnen de kleuren. De waarde nul betekent geen oplichting, de waarde 255 betekent Maximale oplichting. Een RGB-waarde bestaat steeds uit drie opeenvolgende getallen. Een RGB-waarde van 255,0,0 is Rood. Een RGB-waarde van 0,255,0 is groen en een RGB waarde van 255,255,0 levert geel op. Op deze wijze zijn alle tussenliggende kleuren te definiëren. Dit worden ook wel 'ware' kleuren genoemd. Dit zijn: $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ kleuren. NB: het menselijk oog kan al die kleuren niet eens allemaal zuiver van elkaar onderscheiden. Dit systeem heet **additieve kleurenmenging**; bundels licht worden gecombineerd; hoe meer licht elke bundel geeft, hoe witter de kleur.

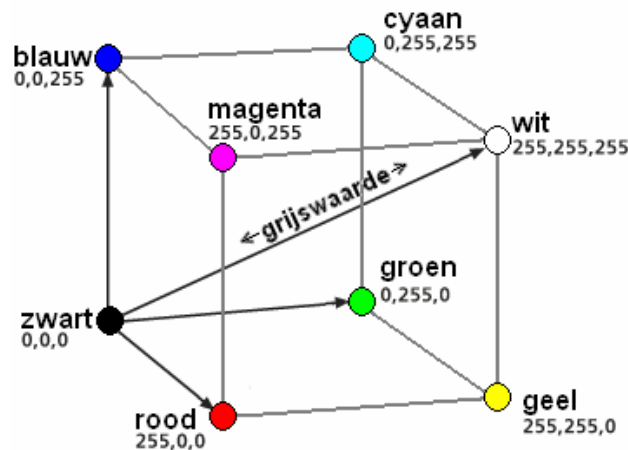


Het subtractief mengen van kleuren zoals bij printen en drukken; het CYM(K)-systeem

3.3 Het CYMK-systeem

Bij drukken en printen (rechts) worden de (druk)tinten Cyaan, Yellow (geel), Magenta en - indien nodig - Zwart gemengd. De K in CYM(K) staat voor black of Key. Cyaan is een groen/blauwe drukinkt, magenta een roze/rode drukinkt. Het is bij de druktechniek gebleken dat deze 3 kleuren, samen met zwart - bij de gangbare vierkleurenpersen - het beste alle kleuren kunnen opleveren. Elke (zeer kleine) plek op het papier krijgt van deze inktkleuren geen, weinig of veel inkt mee. Omdat het papier wit is - in tegenstelling tot het beeldscherm dat in principe zwart is! - betekent het dat wanneer er méér Cyaan, Yellow, Magenta en Zwart wordt toegevoegd, de kleur steeds donkerder uitvalt. Dit heet het **subtractieve kleurmengsysteem**, omdat er van het witte licht dat het papier weerkaatst, steeds weer meer kleur onttrokken wordt.

Welke manier van het kleuren instellen je ook gebruikt, de kleuren op het scherm wijken soms sterk af van die op een plotter of printer. Dat komt omdat plotters en printers - net zoals drukwerk - op een wit papier kleuren steeds toevoegen. Op je scherm komen die kleuren met een andere techniek tot stand. Ook een beamer werkt weer anders dan een scherm. Tot slot zijn alle monitoren weer verschillend, en dezelfde monitoren zijn weer verschillend ingesteld. Bij minder kwalitatieve platte beeldschermen is de hoek waaronder je naar het scherm kijkt vaak bepalend voor de kleur. Vooral zachtere kleuren komen op schermen totaal anders over dan op printers en plotters, en ook het uiteindelijke drukwerk zal weer anders zijn.



Kleuren kubus waarin de relatie tussen het RGB-systeem en het CMYK-systeem is te zien. Volgens het (met getallen weergegeven) RGB systeem zijn Cyaan, Geel en Magenta mengkleuren, te zien aan de 'dubbele getallen'.

SAMENVATTING: Het RGB-systeem en CYM(K)-systeem zijn verschillende kleurmengsystemen. Het RGB-systeem gaat uit van een additieve kleurmenging. Het start bij een zwarte kleur (zwart scherm). Hoe hoger de RGB-waarden (respectievelijk: Rood, groen en Blauw) hoe lichter de kleur. De maximale RGB waarden (255,255,255) leveren wit. Het CYM(K)-systeem daarentegen gaat uit van een subtratieve kleurenmenging. Het start bij een witte kleur (het witte papier). Hoe hoger de CYM(K)-waarden (respectievelijk Cyaan, Yellow (geel) Magenta en de B van black, zwart) hoe donkerder juist de kleur. Het HSV-systeem is geen kleurmengsysteem, maar is gebaseerd op één exacte kleurtint (Hue, oftewel een bepaalde golflengte 'kleur uit de regenboog'), waarna de Saturation de hoeveelheid van die tint bepaalt, en de Value de hoeveelheid bijmenging van zwart. De drie systemen zijn uitwisselbaar.

TIP1: Test de in te stellen kleuren op het scherm altijd op (druk)papier als de output uiteindelijk niet het scherm is, maar ook op (druk)papier moet komen. Printers en plotters, zeker inktjetprinters, zijn vaak van een mindere en wisselende (!) kwaliteit. Voor professionele kaartenmakers zijn er manieren om je scherm te kalibreren. Meestal zijn kleuren ook in je GIS- of tekenpakket te converteren van RGB naar CYM(K) naar HSV en weer terug. Lukt dit niet? Zie dan bijvoorbeeld Colorbrewer op het Internet (<http://www.personal.psu.edu/cab38/ColorBrewer/ColorBrewer.html>). Hiermee kun je in een aantal stappen (die keurig worden uitgelegd) de ideale kleuren voor choropleten en choro-chromatische kaarten bepalen. Nadat het 'ideale' kleurenpalet is bepaald en door jouw getest op een imaginaire kaart kan je deze voor je eigen kaart gebruiken. Maar ook zijn de 'RGB'- en 'CMYK' waarden in te stellen en af te lezen. Soms kunnen ook de kleurnamen worden gebruikt. Mocht je met PMS-kleuren te maken krijgen (Pantome Matching System; dit zijn kleurcodes uit de drukwereld), ook die zijn te converteren naar bijvoorbeeld RGB-waarden. Zie bijvoorbeeld Van PMS naar RGB op het Internet (<http://www.sandaleo.com/pantone.asp>). Kleurwaarden van het ene systeem naar het andere converteren kan bijvoorbeeld met conversies op www.seoconsultants.com.

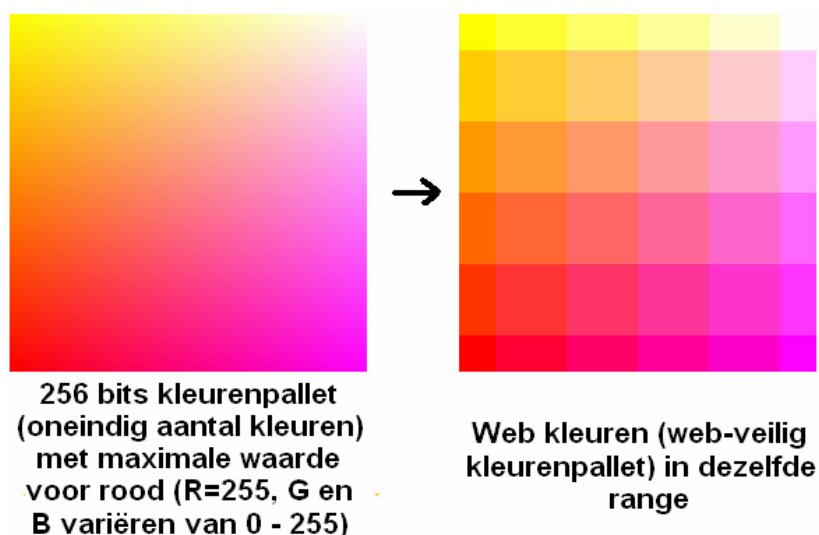
TIP2: Niet altijd worden de RGB-waarden (maar ook die van de andere kleurmengsystemen) in getallen uitgedrukt van tussen de 0 en 255. Soms zie je getallen zoals bijvoorbeeld FFDAB9. Dat zijn de hexadecimale codes. Het eerste paar getallen (in dit voorbeeld FF) staat voor Rood, de tweede (DA) voor Groen en de derde (B9) voor Blauw. Deze zijn om te rekenen met een rekenmachine of handmatig. Zie bijvoorbeeld op Wikipedia (<http://nl.wikipedia.org/wiki/Hexadecimaal>).

TIP3: Meer over kleuren, en het converteren van het RGB- naar het CYM- en HSV-systeem met simpele formules staat op Kleur op Wikipedia (<http://nl.wikipedia.org/wiki/Kleur>).

3.4 Webveilige kleuren

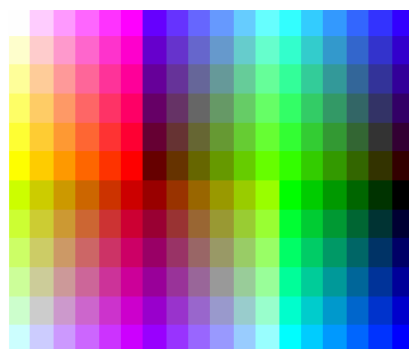
Dithering, is een voor cartografen, web-ontwerpers en -beheerders niet altijd plezierig effect. Kleuren op het scherm worden door dithering min of meer verminkt (zie later in deze module). Deze techniek kan bewust gebruikt worden bij het maken van (grafische / kaart) bestanden. Vaker gebeurt dit onbewust, namelijk wanneer er (door de klant, ontvanger, browser) met (te) weinig (<256) kleuren wordt gewerkt. Tegenwoordig kunnen bijna alle schermen, servers en browsers véél meer kleuren aan: 'ware kleuren', zoals hierboven eerder uitgelegd.

Toch zijn er een beperkt aantal (VGA) monitoren, servers of browsers die niet alle kleuren ondersteunen. Bedrijven die er véél waarde aan hechten dat hun websites goed worden weergegeven, kiezen daarom voor niet meer dan een aantal van 216 webveilige (Engels: websave) kleuren. Daardoor wordt voorkomen dat met dithering bepaalde tinten worden nagebootst door op een achtergrondkleur, regelmatig of onregelmatig, pixels met een bepaalde andere kleuren er door heen te zetten. Ook voor kaarten zou je dit probleem willen kunnen voorkomen. Overigens zal je dit probleem sporadisch voorkomen. Voor het geval je klachten krijgt; je weet bij deze de oplossingsrichting. Stelt je opdrachtgever de eis dat de kaart (op zijn site) bij elke PC/monitor er perfect uit moet zien, kies dan gewoon vooraf voor webveilige kleuren.





Het effect van het instellen van webveilige kleuren op een (rood) kleuren pallet

In de figuur hierboven vind je het (beperkende) effect voor het kleurbereik van deze (vervelende) eis. Links zie je alle mogelijke kleuren met 100% rood. Dat wil zeggen Rood (R) = 255, en daarnaast kennen alle Groen (G) en Blauw (B) alle mogelijke waarden van 0 tot 255). In het rechter deel van de figuur zie je de web-veilige varianten daarvan. Hieronder zie je een kleuren pallet met alle (216) web-veilige kleuren.



Alle 216 webveilige kleuren

 **SAMENVATTING:** Kies alleen voor webveilige kleuren wanneer je opdrachtgever hier expliciet om vraagt én wanneer jou product op het web gezet gaat worden, of om vooraf mogelijke problemen te voorkomen. Bij grote effen vlakken met één bepaalde kleur kan dit effect voor lelijke plaatjes zorgen. Voor web-kaarten waar je toch maar enkele kleuren gebruikt is het voor jou waarschijnlijk weinig meer moeite om deze webveilige kleuren te gebruiken. Voor drukwerk-kaarten en alle andere gevallen kies je gewoon het maximum aantal kleuren dat het output format aan kan; meestal is dat ruim 16 miljoen kleuren!

 **TIP:** Meer info en de exacte kleuren (RGB-waarden en dergelijk) vind je onder andere op Websafe kleuren op de Engelse Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Websafe>). Met 'het pipetje' in Microsoft Paint of andere teken-programma's kan je de RGB waarde ook uit het webveilige kleuren pallet van de figuur hierboven 'opsnuiven' / opmeten. Je leest dan de RGB waarden af en vervolgens gebruiken je die in je GIS om de kleuren in de legenda te definiëren. Doe je die conversie achteraf, dan ga je waarschijnlijk al direct last krijgen van 'dithering': lelijke puntjes komen te voorschijn op de (vlak) kleuren die niet met de juiste kleuren zijn gedefinieerd.

3.5 Kleurgebruik en kleurassociaties

Bij het instellen van kleuren dient door de cartograaf uiteraard gelet te worden op:

- onderscheidbaarheid t.o.v. andere klassen (dus binnen één kleurenschema van één informatielaag)
- onderscheidbaarheid t.o.v. andere kaartlagen (lijn- en puntsymbolen die over vlakkeuren vallen).
- hoe de kleur over komt bij de doelgroep.

Voor wat betreft het eerste aspect. Er mogen nooit te veel kleuren (klassen) in een kaart staan. Zie de kaart van de Kaukasus. Deze zal (gelukkig) bedoeld zijn voor een specialistische doelgroep, die de tijd en interesse heeft om al deze kleuren te kunnen overzien. Gelukkig zijn de kleuren gegroepeerd (roze tinten horen bij elkaar, rode tinten horen bij elkaar). Maar het is géén overzichtelijke kaart. De kleurverschillen zijn onderling ook te zwak. Zelfs na langdurige bestudering blijft het een lastige kaart. De kaart is - om met de cartograaf Bertin - te spreken, niet een kaart om te zien, maar een leeskaart.

Voor wat betreft dat laatste aspect; kleurenblinden, maar ook ouderen, zien bepaalde kleurencombinaties niet goed. 8 % van de mensen ziet bepaalde kleuren niet goed, of is zelfs kleurenblind. Kleur wegen niet rood als deze over groene vlakken gaan. En kleur de ene soort wegen niet rood en de andere soort groen, om dezelfde reden. Heb je genoeg keuzemogelijkheden, varieer dan niet alleen in kleur, maar ook in lijndikte, lijnstijl, de lichtheid van de kleur, en gebruik eventueel labels bij de verschillend gekleurde wegen. Blauw en groen zijn slecht zichtbaar voor veel ouderen, maar kleurenblinden zien dit verschil vaak weer wel. Wanneer je op save wilt spelen, maak dan je eindproduct, de gekleurde kaart, eens zwart-wit. Is die dan nog goed te lezen, dan zal ook een kleurenblinde er geen probleem mee hebben.

Hier volgt een lijst met kleurencombinaties die voor de meeste mensen wél goed onderscheidbaar zijn^[5]:

- rood met blauw of paars
- blauw met oranje of bruin of grijs
- paars met oranje of bruin
- geel met paars of blauw of grijs

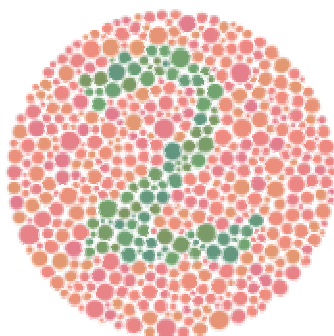


Een etnische kaart van de Kaukasus, toont een veelheid aan kleuren.

Eritrea in de Tweede Wereldoorlog. Deze kaart is voor kleurblinden niet geschikt. De rode wegen hadden beter zwart kunnen zijn, omdat deze rode lijnen zich voornamelijk op een groene achtergrond bevinden.

de gekleurde stippen zit? Zie je het niet, dan ben je kleurenblind.

Veel kleuren stel je als vanzelf logisch en goed in. De zee wordt blauw, het land groen. Maar bij veel thematische kaarten kan er meer spelen. Hoe geef je verschillende percentages weer als het gaat om AIDS, droogte, islam, of landen waar wel of geen prostitutie wordt gedoogd of toegestaan?

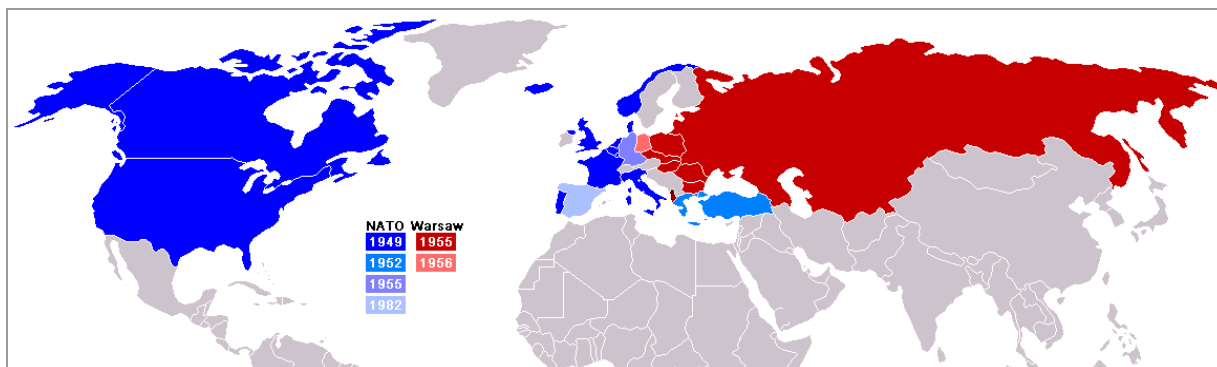


Of jij als kaartenmaker, of jouw doelgroep, last heeft van (de meestvoorkomende spoor) kleurenblindheid is na te gaan met de Ishihara-test. Wat is het getal dat tussen

Wat voor jou, of een westers publiek misschien een mooie, evenwichtig gekleurde kaart is, is voor een ander persoon, met een andere cultuur of andere voorkeuren misschien helemaal niet mooi. Wanneer

Kleur	Cartografische (meestal topografische) conventies	Mogelijke, westerse associaties	Enkele niet westerse associaties
Blauw	zee, water, staal (mijnbouw), VN (Verenigde Naties), (zee-)diepte Afzettingen in de Jura (geologische periode), afzettingen uit het Siluur (lichtblauw), afzettingen door ijs, water of de Waddenzee	waarheid, helderheid, waardigheid, macht, hemels, positieve getallen, Amerika (of het westen, de NATO, versus de rode, communistische wereld)	
Bruin	(vruchtbare) grond, akkers, veenafzettingen, vervuild gebied, geomorfologische vormen zoals bergen, afzettingen uit het Devoon (geologische periode)	mannelijkheid, stabiliteit, gewichtigheid, saaiheid, oubolligheid, naderend einde, herfst	
Groen	gras, vegetatie, bos, laagland, betreedbaar, te ontwikkelen gebied, mariene afzettingen, klei, afzettingen uit het Krijt (geologische periode), afzettingen uit het Ordovicium (geologische periode) blauwgroen, afzettingen uit het Cambrium (geologische periode) donkergroen	vruchtbaarheid, vrede, natuur, jeugdig, gratis toegankelijk, veilig gebied	heilig (islam)
Geel	goud, mijnbouw, droogte, savanne, woestijn, middelhoog (gebergte), (fijn) zand, strand, rivierafzettingen, afzettingen in het Tertiair (geologische p.)	energie, vreugde	
Oranje	bebouwing, toeristisch gebied, grof (zand), afzettingen uit het Perm (geologische periode), rivierafzettingen	feest, niet altijd toegankelijk, oogst, vuur	
Rood	vulkanisch, bewoond, dichtbevolkt	gevaarlijk, oorlog, warmte, onrust, revolutie, bloed, energie, beweging, verboden toegang, communistisch, belangrijk, negatieve getallen, actie	
Paars	(hoog)veen gebied, (zware) industrie	koninklijk, rijkdom, katholiek, gevaarlijk (kleur van de kruisvaarders), spiritueel	prostitutie (islam)
Roze/Violet	industriegebied, (lichte) industrie / bedrijvenpark, (laag)veengebied, keileemafzettingen	feminisme, homo's, gezag, rouw, tweeslachtigheid, geheim, conflict, labiliteit	
Wit	sneeuw, vergletsjerd, onbewoond, nog niet bebouwd gebied, gebied in aanleg, 'wel data bekend, maar de waarde is nul', verlichte gebieden	licht, neutraal, zuiverheid, netheid, leegte, ongereptheid, ziekte	rouw (Suriname / India), ongeluk (India)
Grijs	onbekend, onbepaalde (waarde), afzettingen uit het Carboon (geologische p.)	saai, rustig, neutraal	
Zwart	niet verlichte gebieden, vulkanische as, lavastromen, steenkool (mijnbouw)	dood, rebellie, duisternis, verderf, vernietiging, mysterieus, verbrand	

jij voor websites met een breed publiek, een multicultureel publiek, of specifiek voor een andere cultuur een kaart gaat maken, moet je rekening houden met hoe mensen bepaalde kleuren beleven. Dit noemt met kleurassociaties. De tabel op de vorige periode geeft de meest algemeen bekende associaties weer. Zeker wanneer je kaart over wellicht gevoelige onderwerpen gaat als de verspreiding van AIDS, het communisme, de islam. Wanneer je het percentage zwarten in de VS met de kleur zwart weergeeft wanneer dat boven de 80% van de bevolking uit komt, lijkt dat een leuke cartografische vondst. Immers, zwart is toch zwart? Nee. Zwart wordt ook met dood, negatief, misdaad en verderf geassocieerd. Hieronder een overzicht van met welke kleuren welke associatie kunnen hebben. De meeste associaties zijn westerse associaties. Daar waar dat niet het geval is, is dat aangegeven.



De NAVO en het Warschau-pact (1949-1990). Bestaande tegenstellingen werden in die jaren cartografisch flink benadrukt / versterkt. "Het rode gevaar uit komt duidelijk uit het oosten!". De vraag is of een dergelijke kaart anno nu nog juist zou overkomen...


Doe met deze tabel je voordeel. Een kaart voor een vakantiefolder zal eerder uit oranje dan grijs moeten bestaan, en een industriegebied is eerder bruin of paars dan wit of groen. Islamitische landen zijn eerder groen dan paars. Uiteraard is deze lijst nooit compleet, het zijn slechts gangbare, algemene voorbeelden. Blauw is misschien wel de meest neutrale, veilige kleur. Daarnaast blijkt dat vrouwen en mannen andere voorkeuren hebben. Kan er gekozen worden tussen rood en blauw? Mannen vinden rode tinten mooier waar vrouwen blauwe tinten willen zien. Kan er gekozen worden tussen oranje en geel? Mannen vinden oranje mooier, vrouwen willen dan gele tinten zien. Moet je choropleten maken voor kaartillustraties in typische mannen-bladen of vrouwen bladen, dan zou je hier misschien gebruik van kunnen maken.





Centraal Europa in 1944-1945

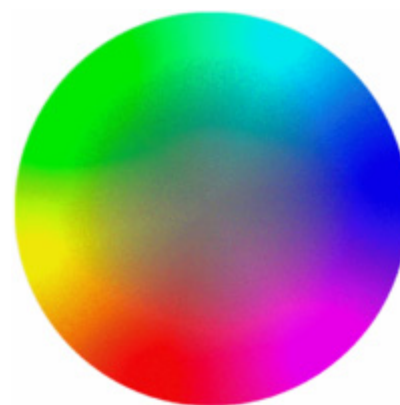
Kijk ook eens naar de troepenbewegingskaart van Centraal Europa. De kleur van Duitsland is ongelukkig gekozen. Dit lijkt wel een zee! Polen, Tsjechoslowakije en Oostenrijk lijken daardoor aan zee te liggen. Daarnaast zijn treden alle achtergrond kleuren te veel op de voorgrond. Het onderwerp (de troepenbewegingen) moeten meer opvallen. De politieke achtergrondkaart had daadwerkelijk lichtere achtergrondkleuren (pasteltinten bijvoorbeeld) moeten hebben. Ook vallen de rode pijlen in Roemenië minder op dan in Tsjechoslowakije. Het gebrek aan dit cartografisch inzicht bij het samenstellen van deze kaart is erg jammer, te meer daar inhoudelijk de kaart met veel aandacht is samengesteld. De boodschap komt, ondanks de moeite die in de kaart is gestoken, echter minder goed aan.

Overigens, bij dergelijke chorochromatische kaarten als die van 'Centraal Europa in 1944-1945' en helemaal die van de 'Etnische kaart van de Kaukasus' is het van belang voor kleine oppervlakken afwijkende, opvallende, en/of verzadigde kleuren te kiezen. Zeker wanneer juist die kleine vlakken relatief belangrijk zijn. Een voorbeeld. De hoogste toppen van bergen zijn over het algemeen én belangrijk én komen per definitie minder vaak voor dan het omringende gebied er omheen. Het is dan ook logisch dat op hoogtekarten, gebieden boven de 5000 meter dieprood (verzadigd rood) zijn, en gebieden van onder de 2000 meter, zachtere, groene tinten kennen. Bijkomend voordeel: de wegen en dorpen in de lagere gebieden, kunnen op die achtergrond goed worden weergegeven.


 **SAMENVATTING:** Kleuren voor zowel topografische als thematische kaarten kan je op een logische wijze uitkiezen. Heide wordt paars vanwege de paarse heideplantjes en water wordt blauw. Vaak zijn dit inmiddels ook conventies geworden. Het is onlogisch om hier van af te wijken. Kleuren brengen, gedeeltelijk afhankelijk van de cultuur, bij veel mensen onbewust of bewust ook uit zich zelf bepaalde gevoelsmatige associaties met zich mee. De meeste zijn algemeen bekend zoals groen is goed en rood is fout, druk bevolkt of communistisch. Houd hier rekening mee bij het uitkiezen van de kleuren.

 **TIP1:** Gebruik bovenstaande tabel bij de kleurkeuzes. Bij voorbeeld om te kijken of een kleur relevant is voor het gekozen thema, maar ook of de kleur misschien (onbedoelde) negatieve associaties met zich meebrengt.

 **TIP2:** Kies **complementaire kleuren** wanneer de symboliek ook tegenovergestelde of andersoortige verschijnselen moeten weergeven. Complementaire kleuren zijn kleuren die in de kleurencirkel tegenover elkaar liggen. (Overigens: een kleurencirkel is zo opgebouwd dat alle (zichtbare) golflengtes op één cirkel achter elkaar zijn geplaatst. In deze kleurencirkel is naar het midden toe de verzadiging steeds verder afgenomen.) Denk aan strijdende partijen. Bij politieke partijen gebeurt dit min of meer al vanzelf; het CDA-groen, het 'liberale blauw' van de VVD en het 'mooie rood' van de PVDA of de SP zijn vrijwel complementaire kleuren. Wijken of gemeentes die aldus voornamelijk op één partij stemmen, zijn zo makkelijk te onderscheiden van wijken of gemeentes die voornamelijk op weer een andere partij stemmen.

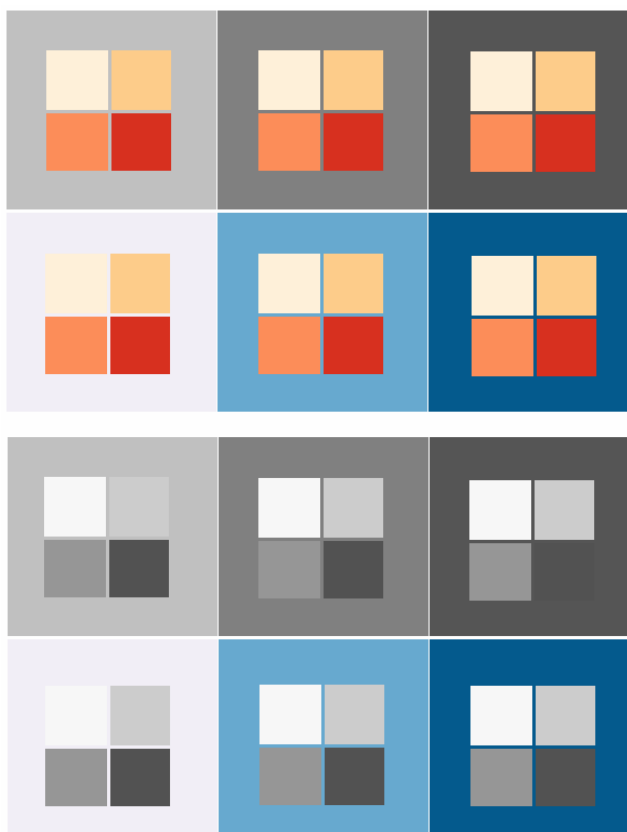


Een kleurencirkel (zie tip2).

 **TIP3:** Gebruik je in de symboliek veel (maximaal uiteenlopende) kleuren met dezelfde helderheid / grijswaarde en dezelfde verzadiging, dan zijn deze objecten waarschijnlijk goed genoeg van elkaar te onderscheiden. Echter, ze lijken dan ook allemaal even belangrijk voor het oog. Zijn er bepaalde objecten tóch óók belangrijker, zorg dan dat je ook varieert in helderheid/grijswaarde. NB: in het geval van puntobjecten zal overigens de grafische variabele 'grootte' vaak een nog betere keuze zijn om verschil in belangrijkheid weer te geven.

4. Kleurcontrast

De vorm, kleur en dikte van een symbool komen héél anders over als de achtergrond wijzigt. Met name de achtergrondkleur kan hierin beperkend zijn. Grijs op een zwarte achtergrond levert een heel andere beeld op dan grijs op een witte achtergrond. In het eerste geval wordt grijs als licht ervaren, in het tweede geval als donker. Op een grijze achtergrond is het zelfs onzichtbaar!



De achtergrondkleur - en niet alleen de kleuren uit het kleurenpallet zelf - bepaalt welke kleur uit het kleurenpallet het meeste opvalt! Kijk vooral naar de onderste zes vierkanten (zie verder tekst).

Kijk eens naar het figuur hierboven.

Het laat zien dat de achtergrondkleur de opvallendheid van kleuren op de voorgrond bepalen. Bij de zes bovenste achtergrondkleuren lijken de kleurenpaletten steeds goed onderscheidbaar. Totdat je weet dat de oog-brein-combinatie bij kleurverschillen vooral de verschillen in grijs tint ziet. Deze verschillen zijn in de onderste zes figuren te zien. Deze zes figuren laten overduidelijk zien dat de achtergrondkleur, en niet het kleurenpallet zelf, bepaalt welke kleur uit het kleurenpallet het meeste opvalt!

Zorg dus voor:

1. een steeds gelijke achtergrond kleur (varieer op de achtergrond niet met nog een thema dat verschillende grijswaarden toont) en
2. zorg dus voor een achtergrondkleur die met alle kleuren uit het kleurenpallet genoeg contrasteert.

Eerder in dit handboek - in de module 'Classificatie', paragraaf 'Samengestelde kaarten en gecombineerde legenda's' - zagen we een snelwegkaart die een keer met een in groen variërende achtergrond te zien was, en een keer zonder. Die groene versie was dus cartografisch een zeer slecht product te noemen.

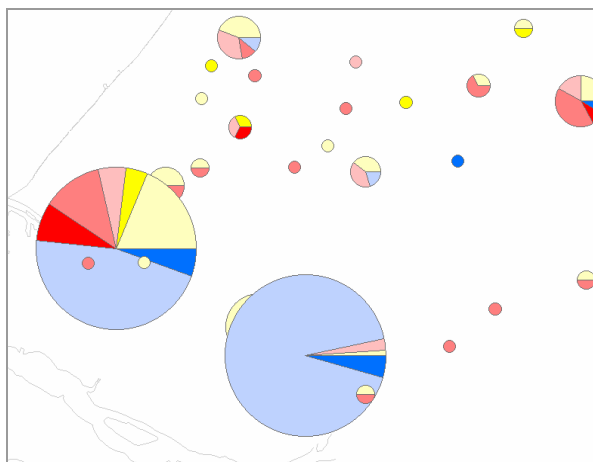
5. Onbedoelde overlap van symbolen / symboolvolgorde

Symbolen kunnen elkaar onbedoeld overlappen:

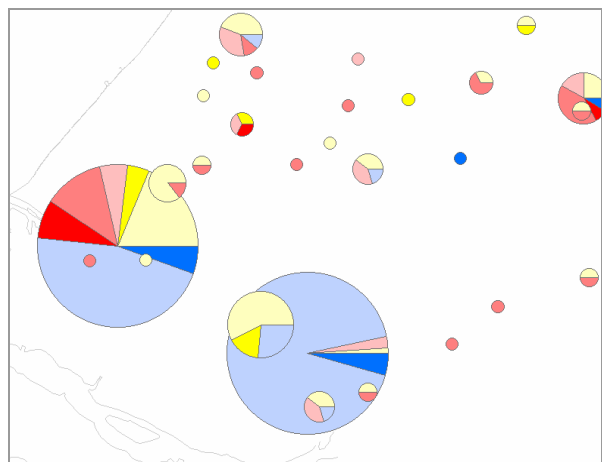
- ...wanneer de locaties dicht bij elkaar liggen en er te grote symbolen worden gebruikt voor de schaal waarop de kaart is gebruikt. De oplossing ligt dan voor de hand; kleinere symbolen, minder (objecten) karteren, inzoomen, een grotere kaart maken of aanhaallijnen gebruiken. Dat laatste kan helaas de kaart wel drukker maken. En je verliest de exacte locatie waar het diagram betrekking op heeft toch wat uit het oog; 'je doet de werkelijkheid (qua locatie) wat geweld aan'. Soms is het echter niet te vermijden.
- ...wanneer proportionele symbolen gebruikt worden, en de data valt op sommige punten erg hoog uit (zie voorbeeld van de Kartogram in Zuid-Holland, hieronder).
- ...wanneer er op een grote schaal - bijvoorbeeld 1:1000 - heel nauwkeurig gegevens en objecten zijn ingewonnen, die zichtbaar gemaakt (moeten) worden op een kleinere schaal - bijvoorbeeld 1:1.000.000 (zie het voorbeeld van de spoorafstanden hieronder).

In de laatste twee gevallen (en soms ook in het eerste geval) ligt de oplossing in de volgorde waarin de (grafische) objecten - de symbolen - getekend moeten worden. In de meeste gevallen is dit af te dwingen door het GIS-pakket. De voorbeelden uit de praktijk maken dit een stuk duidelijker.

Voorbeeld 1: Kartogram:



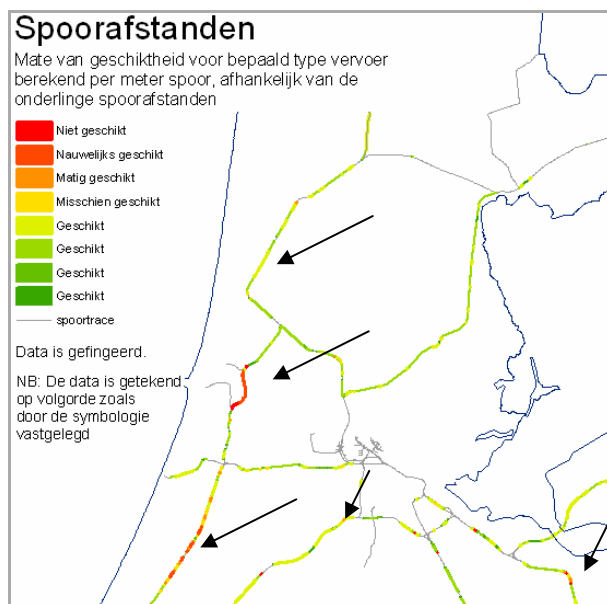
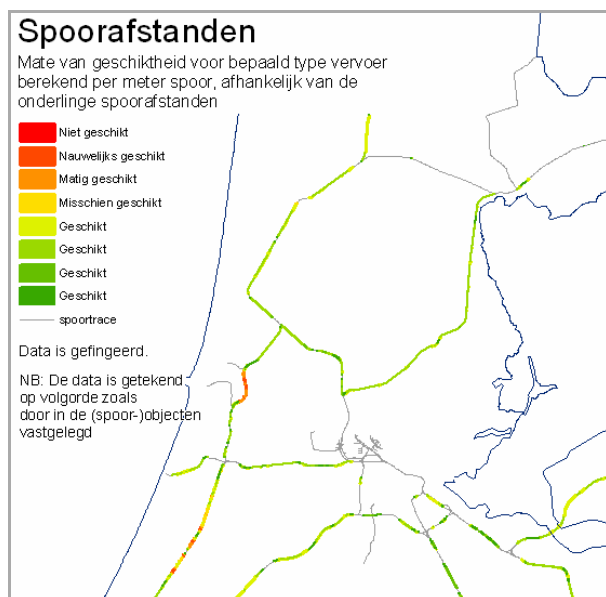
Kartogram; Symbolen (de diagrammen) zijn getekend op 'willekeurige' volgorde, dat wil zeggen de volgorde van hoe de objecten in de database / GIS-bestand staan.



Zelfde kartogram; symbolen zijn getekend op volgorde van (diagram)grootte. 'Plotseling' komt allerlei informatie te voorschijn!

In het linker figuur, een kartogram, zijn de symbolen getekend op een 'willekeurige' volgorde. Dat wil zeggen de volgorde van hoe de objecten in de database / het GIS-bestand staan. Dit dient opgemerkt te worden en verbeterd te worden. Soms is de overlap niet te zien, omdat er geen gedeeltelijke, maar gehele overlap plaatsvindt. Toch dient dit op de een of andere manier opgemerkt te worden! Oplossingen kunnen zijn door het gebruik van zogeheten aanhaallijnen van de plek waar de diagram had moeten staan naar een nieuwe 'vrije' plek op de kaart. De meeste GIS-pakketten kunnen dit automatisch met een optie zoals 'prevent chart overlap'. Een andere oplossing, vaak eleganter maar wat meer werk is door de diagrammen op de juiste volgorde van groot naar klein netjes over elkaar heen te tekenen; eerst de grote, daarna de kleine diagrammen. Dit is in de rechter figuur gebeurd.

Voorbeeld 2: Grootschalige data tonen op een kleine schaal; van gedetailleerd naar grof:



Spoorafstanden: de symbolen (lijnen met een kleur die afhankelijk is van de spoorafstand) zijn getekend op 'willekeurige' volgorde, dat wil zeggen de volgorde van hoe de objecten in de database / GIS-bestand staan.

Spoorafstanden: de symbolen zijn nu getekend op de juiste volgorde, dat wil zeggen op basis van de classificatie. 'Plotseling' komt belangrijke, beperkende informatie te voorschijn!. De onderliggende dataset is exact dezelfde...!

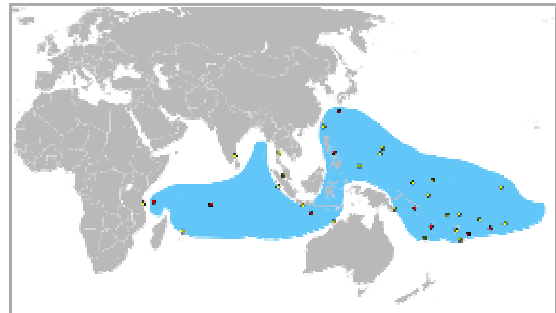
In het linker figuur, zijn de lijnen niet juist gesymboliseerd. De lijnen zijn hier in feite zeer gedetailleerde objecten van soms één meter. Deze krijgen een bepaalde kleur. In dit geval is deze kleur afhankelijk van de afstand tot het ernaast gelegen spoor. Indien deze afstand groot (veilig) is, wordt deze groen gevisualiseerd. Hoe kleiner de afstand, hoe onveiliger / nadeliger de spoorafstand is, dus wordt deze steeds roder gevisualiseerd. Daar is niets mis mee, tot zover is alles goed - herstel - lijkt alles goed. Want de kleine lijnstukjes liggen op dit (kleinschalige) schaalniveau wel erg dicht op elkaar. Het GIS-pakket zal twee naast elkaar liggende lijnen zomaar over elkaar heen kunnen leggen, omdat de resolutie dat gewoon tot gevolg heeft. In deze kleinschalige kaart is het echter van belang dat de laagste waarden zichtbaar zijn, omdat die laagste waarde bepaalt of het transport over dat traject doorgang kan vinden. De objecten dienen dus op volgorde van (steeds kleiner wordende) spoorafstand, of 'steeds ongeschikter' te worden getekend. Simpel gezegd; eerst dienen de groene kleuren getekend te worden, daarna de oranje en daarna de rode kleuren. Dan ziet het plaatje er op een aantal plaatsen plotseling een stuk nadeliger uit (zie rechter figuur)! Hier dient een GIS-specialist dus op te letten, want menig inhoudelijk deskundige is niet bekend met dit (schaal)probleem!

6. Kaartverbeteringen door symbologiewijzigingen

Hierboven zagen we al een verbetering van puntsymbologie. Hieronder nog enkele voorbeelden, waarbij ook vlakken veel rustiger en daardoor duidelijker gesymboliseerd worden. Met dank aan het Franse Graphique (http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Atelier_graphique|Atelier) een aardig initiatief van onder andere cartografen die bestaande kaarten verbeteren of kaarten op verzoek maken. Er worden daar veel meer voorbeelden inhoudelijk besproken.

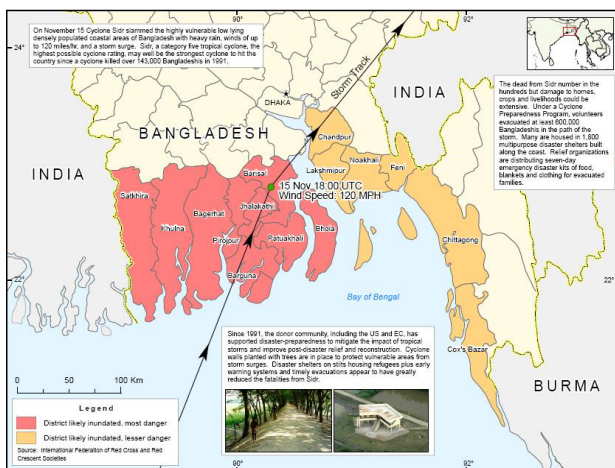


Het gebied waar de Kokosnootkrab voorkomt,
originele versie



Idem,
verbeterde versie

Hoewel bij de tweede versie ook extra informatie getoond wordt, is het duidelijk een verbetering, omdat het blauwe oppervlak van de originele versie figuurlijk gesproken overschaduw wordt door het veel te donkere (groene) aardoppervlak. Het thema (het leefgebied van die krab) is daardoor als boodschap van de kaart te onopvallend. In de originele versie is dit beeld wél goed. Overigens, door de extra informatie van locaties waar die krab daadwerkelijk is aangetroffen, wordt dit gebied visueel en inhoudelijk uitgelegd / ondersteund. Dit geeft een wat meer objectiever of betrouwbaardere kaart. Wanneer het beeld niet te druk of te onduidelijk wordt, is zo'n toevoeging daarom het overwegen waard. Ook beter: Europa (waar de doelgroep van de kaart waarschijnlijk woont) is nu wél zichtbaar; hierdoor gaat de kaart beter spreken, je ziet nu de afstand tot dat gebied. En tot slot is dit een aardig voorbeeld waar het stramen "less is more" nu eens niet op gaat. Er is rechts een informatielaag landsgrenzen toegevoegd. Strikt genomen is dit niet nodig. Toch leidt het niet tot meer onrust. Het is zeer subtiel uitgevoerd. Daarnaast zorgt het voor meer herkenbaarheid (van landen) op de kaart.



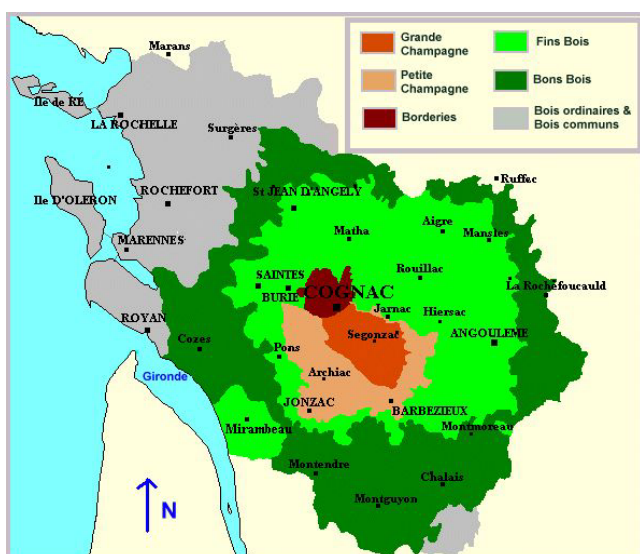
Orkaanroute, **originele versie**



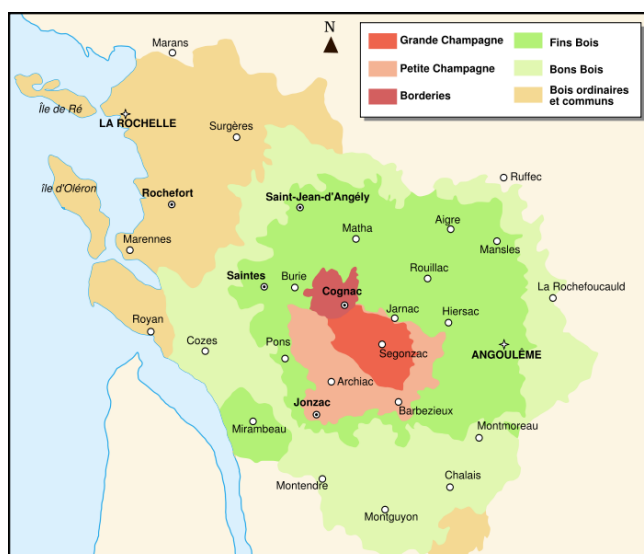
Idem, **verbeterde / andere versie**

Hierboven zie je links een kaart met veel informatie. Er is niets mis met foto's en teksten toevoegen aan kaarten. GIS-pakketten ondersteunen dit meestal volledig. Het is voor voorlichting zeer effectief. Het overnemen van zo'n kaart voor (bijvoorbeeld) internet is niet altijd slim; de foto en de tekst kan vaak net zo goed buiten de kaart (in het artikel) geplaatst worden, als die al relevant is. In de verbeterde / andere versie is gekozen voor alléén de route van de orkaan. Daardoor valt waar het echt om gaat beter op. De kleuren geven aan waar meer (bruin) of minder (lichtbruin) schade is aangericht.

De positie van de orkaan op een bepaalde datum, was een symbool dat niet in de legenda stond. Het abstracte, geometrische symbool is vervangen door een beter figuratief symbool. Bovendien is het symbool in de nieuwe versie wel in de legenda vermeld, waardoor de begeleidende tekst in de kaart nu ook naar een leesbaardere plek is verhuisd. De kaart wordt nu ook niet meer verstoord door veel tekst over het getroffen gebied heen. Wellicht hadden hier beter blauwe (al of niet gearceerde) kleuren voor gebruikt kunnen worden in plaats van bruintinten; uit de legenda blijkt namelijk dat de schade vooral door inundaties (overstromingen) zijn veroorzaakt. Sterk: de verwoestende route van de orkaan is in de verbeterde versie rood gemaakt in plaats van zwart. Rood valt (tussen alle andere zwarte lijnsymbolen) meer op, en wordt geassocieerd met gevaar. Tot slot kan je je afvragen of de per landsdeel gerapporteerde schade ook per landsdeel in kaart had moeten worden gebracht; de schade zal vooral aan de kust hebben plaatsgevonden; bij de grens van het landsdeel zal de schade niet plotseling minder zijn geworden...!



Cognac-kaart, originele versie



Idem, verbeterde versie

Hierboven een kaart met gebieden ingedeeld naar cognacsoort. Er zijn ten opzichte van het origineel de volgende verbeteringen doorgevoerd:

- Het bestand is in vectorformaat in plaats van jpg opgeleverd; dat levert een rustiger kaart op. De teksten zijn zo veel plezieriger leesbaar. Jpg is als kaart niet echt aan te bevelen. Zie ook 'Formaattypes' in Deel C.
- De noordpijl is subtieler weergegeven.
- De legenda is beter opgebouwd qua volgorde van de legenda-items (van centraal gelegen naar buiten). Het oog valt immers ook meteen in de kaart op die rode, centrale gelegen kleuren.
- De kleuren zijn subtieler. Het donkere (onbelangrijke) groen is lichter gemaakt.
- Ook leuk: Birma (Frans: Burma) bestaat niet meer. Myanmar is de huidige officiële naam. Houdt als kaartenmaker dergelijke ontwikkelingen in de gaten; een kaart kan nog zo mooi en thematisch kloppend zijn, als iemand een dergelijke fout (een niet bestaande naam / land) tegenkomt, zal hij snel geneigd zijn om de kaart dan maar terzijde te leggen en niet meer geloven.

7. Referenties

1. De figuur is gedeeltelijk naar: 1) *Making Maps, A visual guide to Map Design for GIS*, J. Kryger en D. Wood, 2005 (blz 201); 2) *GIS-Kartografie, opbouw en gebruik van digitale landschapsmodellen en visualisatiemodellen*, R. van der Schans, 1999 (blz 2-46); 3) *Kartografie, ontwerp, produktie en gebruik van Kaarten*, Ormeling en Kraak, 1987 (figuur 5-7, blz 84)
2. Afbeelding is naar het AD, pagina 2, 28-3-2008
3. *Cartostudio maakt vervoerskartografie volwassen*, P. Benjaminse, in Geo-info 2008-2.
4. *Historische hoogtepunten van grafische verwerking* op Wiskrant van de UU (http://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/hist_grafieken/minard/minard.html), door Wim Neeleman en Heleen Verhage, maart 1999.
5. C.A. Brewer; *Designing Better Maps*, ESRI-press Redlands California, 2005, pag.130

8. Literatuur

Zie de digitale versie van dit boek op www.wikibooks.nl, of zie achterin deel A van de PDF-versie van dit handboek.

Ga naar de opdrachten en vragen over deze module 'Symbologie'.

Ga verder met deel C: Kaartopmaak.

Ga verder met het volgende Deel C, module 11. Dat is te vinden in het volgende PDF-document, te vinden op internet (www.wikibooks.nl) te vinden.

Al bovenstaande informatie afkomstig van <http://nl.wikibooks.org> Wikibooks NL.
Wikibooks NL is onderdeel van de wikimediafoundation.



- Dit Deel B van het Wikibook 'Handboek Geo-visualisatie' is het laatst bewerkt op 16 mei 2008.
- De tekst op Wikibooks is zonder enige vorm van garantie beschikbaar onder de GNU Free Documentation License en de CC-BY-SA licentie. Meerdere oudere pagina's zijn slechts vrijgegeven onder de GNU Free Documentation License; deze pagina's zijn gemarkeerd met een mededeling dat slechts de GNU Free Documentation License op die pagina van toepassing is.
- Informatie over de gebruikte illustraties (licentie, bron, auteur) volgt op de pagina's hierna. Voor meer informatie over de illustraties en de gebruikte bestandsnamen daarvan wordt verwezen naar de internet-versie op www.wikibooks.nl. Met één klik op deze illustraties heeft men de beschikking over alle achtergrond informatie ervan.

Aangezien de licentie waaronder de illustraties zijn vrijgegeven dat vereist - bij opname in wat voor medium dan ook - zijn in deze PDF de volgende gegevens van alle gebruikte illustraties genoemd:

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
195 (titel). Logo's hiervan zijn ook op andere startpagina's van de modules te vinden, te weten op: pag. 197, 237, 263	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
200	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
203	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Op basis van terminologie en indelingen volgens 'GIS for the Urban Environment; J. Maantay en J. Ziegler, 2006, pag 34', 'Kartografie, ontwerp, productie en gebruik van Kaarten; Ormeling en Kraak, 1987, pag 59-67', Cartography, Visualisation of Spatial Data, M.J. Kraak en F.J. Ormeling, 2003, 2e editie, pag 79-80 en 'Making Maps, A visual guide to Map Design for GIS, J. Kryger en D. Wood, 2005, pag 162-167'.
205, 208 (2x), 209 (2x), 210 (2x), 211 (2x), 212 (2x), 213 (2x), 214 (3x), 217, 218 (4x), 221, 222, 223, 224, 225, 226	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
228 (linksboven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
228 (rechtsboven)	Wikibooks-NL	T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron neerslag data: De Grote Bosatlas, editie 52 (2000/2003).
228 (2x, onder)		T. Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
229	Wikimedia Commons	Uploader bestand: NordNordWest (=Titus Groan (de)) en Tuohirulla (fi)	GNU Free Documentati on License	It is a recreation of anthropologist Robert Frost's study on light hair color .
230	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data: ((CBS-data volgens de Bosatlas) volgens het NRC): Magazine 'M' (bijlage NRC-Handelsblad dd december 2007, blz 55. Onderwerp 'Wij staan op de kaart'.)
231, 232 (6x), 233 (6x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
235 (links)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data: ((CBS-data volgens de Bosatlas) volgens het NRC): Magazine 'M' (bijlage NRC-Handelsblad dd december 2007, blz 55. Onderwerp 'Wij staan op de kaart'.)
235 (rechts)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron percentages: www.cbs.nl
238	Wikimedia Commons	USDA employee, original uploader: http://en.wikipedia.org/wiki/User:Paleorthid	Publiek domein	bron: http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/desert-map.zip ; This image is a work of a United States Department of Agriculture employee, taken or made during the course of the person's official duties. As a work of the U.S. federal government, the image is in the public domain. Source: Soil map and soil climate map, USDA-NRCS, Soil Survey Division, World Soil Resources, Washington D.C. ; Database Manager: Paul Reich, Geographer, World Soil Resources. Email: paul.reich@usda.gov
239 (6x), 240 (9x), 242 (6x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Het betreft hier slechts kleine figuren: kleurenschema's / legenda's
243	Wikimedia Commons	Uploader en bronhouder: http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Mglanzning	Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 Austria License (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/at/)	Geodaten von http://www.map24.com/ und http://www.kagis.ktn.gv.at/
244 (3x), 245, 246,	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
248, 249	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron gegevensaantallen inwoners obv tabellen uit: http://censtats.census.gov , en aantal doden uit http://usgovinfo.about.com/od/medicalnews/a/traffictoll.htm
251 (4x), 252 (4x), 253, 254 (3x), 256 (4x), 258 (3x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data (bestedbaar inkomen) van www.cbs.nl
259, 265	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
267	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	De figuur is gedeeltelijk naar: 1) Making Maps, A visual guide to Map Design for GIS, J. Kryger en D. Wood, 2005 (blz 201);

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
				2) GIS-Kartografie, opbouw en gebruik van digitale landschapsmodellen en visualisatiemodellen, R. van der Schans, 1999 (blz 2-46); 3) Kartografie, ontwerp, productie en gebruik van Kaarten, Ormeling en Kraak, 1987 (figuur 5-7, blz 84) en is aangevuld met een aantal extra grafische variabelen, een toelichting en opmerkingen over de toepasbaarheid van de verschillende opties per punt-, lijn- en vlaksymbool
269	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
270	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Figuur is op basis van data uit het AD, 28 maart 2008.
272 (2x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron data: ((CBS-data volgens de Bosatlas volgens het NRC): Magazine 'M' (bijlage NRC-Handelsblad dd december 2007, blz 55. Onderwerp 'Wij staan op de kaart'.)
273 (links)	Wikimedia Commons	Uploader & author: http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Roke	GNU Free Documentati on License	
273 (rechts)	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:S%C3%A9mhur	GNU Free Documentati on License	
274, 275, 276	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
277	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Bron gegevensaantallen inwoners obv tabellen uit: http://censtats.census.gov , en aantal doden uit http://usgovinfo.about.com/od/medicalnews/a/traffictoll.htm
277 onder (2x)	Wikibooks-NL	ProRail. (Uploader fragment: T.Nijeholt)	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	fragment uit het origineel, gemaakt met toestemming van de Copyrighthouder van het geheel; de Spoorkaart van Nederland. Bron en copyrightouder van de gehele spoorkaart is ProRail (InfraManagement InfraDataCenter). Datum van (beperkte en gereuleerde) uitgite is januari 2008. Oorspronkelijke drukker is Grafische Bedrijf Mouthaan, de cartograaf hierbij is A. Mak. Toestemming gegeven door H. Bronswijk, namens ProRail InfraDataCenter
278 (links)	Wikibooks-NL	Charles Minard (1781-1870)	Publiek Domein	Oorspronkelijke bron: http://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/hist_grafieken/minard/minard.html ; Publiek Domein wegens verlopen auteursrecht
278 (rechts)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
279 (3x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
280	Wikimedia Commons	USGS (United States Geological Survey)	Publiek Domein	This image is in the public domain because it contains materials that originally came from the United States Geological Survey, an agency of the United States Department of Interior. For more information, see the official USGS copyright policy
281, 282	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
283 boven (3x)	Wikibooks-NL	http://nl.wikipedia.org/wiki/Gebruiker:Koenb	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
283 (onderaan)	Wikimedia Commons	http://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisateur:Quark67	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl / CeCill	
284	Wikimedia Commons	http://en.wikipedia.org/wiki/User:SharkD	Publiek Domein	
285, 286 (2x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
288 (links)	Wikimedia Commons	http://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisateur:Pmx	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
288 (rechts)	Wikimedia Commons	http://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisateur:Historicair	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
288 (onder)	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Sakurambo / Filip Ronan	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
290 (boven)	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Guinnog	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
290 (onder)	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Alex:D	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
291	Wikibooks-NL	T.Nijeholt o.b.v. animated gif van: Abnormaal (http://commons.wikime	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	

Illustratie	Te vinden op	Auteur / Bron	Licentie	Overige (bron)informatie
		dia.org/wiki/User:Abnormaal)		
292, 293 (2x), 294 (2x)	Wikibooks-NL	T.Nijeholt	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
295 boven (links)	Wikimedia Commons	http://en.wikipedia.org/wiki/User:Chris_73	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
295 boven (rechts)	Wikimedia Commons	http://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisateur:Pinpin	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	
295 onder (links)	Wikimedia Commons	Humanitarian Information Unit, US Department of State	Publiek Domein	This work is in the public domain in the United States because it is a work of the United States Federal Government under the terms of Title 17, Chapter 1, Section 105 of the US Code.
295 onder (rechts)	Wikimedia Commons	http://commons.wikimedia.org/wiki/User:S%C3%A9mhur	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	Voor onderliggende brondata, zie: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:CycloneSidrTrack_map-fr.svg
296 (links)	Wikimedia Commons	Alain Peaudeau / http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Rando-photo	Creative Commons Attribution ShareAlike 1.0	
296 (rechts)	Wikimedia Commons	http://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisateur:Pinpin	GFDL / CC-BY-SA-2.5-nl	

EINDE PDF DEEL B. PDF DEEL A EN DEEL C ZIJN / WORDEN APART UITGEGEVEN.

Voor literatuuropgave; zie deel A.